grkg

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16B
D-33100 Paderborn

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kultursciencaj metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723-4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane

grkg
HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice

Band 47 * Heft 1* März 2006

Akademia Libroservo

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie publizieren regelmäßig die offiziellen Mitteilungen folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko
(prezidanto: OProf.Dr.habil. Eva Poláková, Nitra, SK)

Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino
(prezidanto: OProf.Dr.habil. Helmar Frank, Paderborn; viceprezidanto: OProf.Carlo Minnaja, Padua)

Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung (Europaklub) e.V.
(Präsident: Oliver Kellogg, Nersingen)

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines

grkg
HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice

Band 47 * Heft 1* März 2006

Akademia Libroservo

Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Tel.:(0049-/0)5251-64200, Fax: -163533, barandov@zitmail.upb.de

Verlag und Anzeigenverwaltung **Eldonejo kaj anoncadministrejo** **Publisher and advertisement administrator** **Edition et administration des annonces**

Akademia Libroservo - Internacia Eldongrupo Scienca:
AIEP - San Marino, Esprima - Bratislava, Kava-Pech - Dobrichovice/Praha
IfK GmbH - Berlin & Paderborn,
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -163533
http://grkg.126.com/

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.

La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editoial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.

La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.

Bezugspreis: Einzelheft 10,-- €; Jahresabonnement: 40,-- € plus Versandkosten.

Druck: Druckerei Reike GmbH, D-33106 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 47 Heft 1 (2006)
Akademia Libroservo / IfK

Verständigungspotential und Sprachlastenausgleich – mögliche Perspektiven europischer Sprachpolitik.

von Helmar FRANK, Paderborn (D)

1. *Der Problemhintergrund*

Mit Bild 1 wurde in einem „aktuellen und unkonventionellen“ Beitrag zu dieser Zeitschrift (Frank, 2005a, S. 93) einer „demokratischen“ Lösung (links) des Sprachproblems der EU eine ebenso unpopuläre „konstruktive“ Lösung (rechts) entgegengestellt. Alles Andere als die künftige Benutzung *genau einer* gemeinsamen Verständigungssprache blieb von vorneherein als undenkbar oder nicht machbar unberücksichtigt. Überdies wurde die Entscheidung für eine andere *National*sprache als die hier von den meisten Muttersprachlern getragene als undemokratisch, also unerwünscht, ausgeschlossen. Die erste Vorwegnahme widerspricht den bekundeten Zielen der EU, zu denen die Forderung von mehr als einer Schulfremdsprache gehört. Die zweite widerspricht der herrschenden Praxis, in den europäischen Institutionen häufiger in Englisch oder Französisch (je rund 13% Muttersprachler) als in Deutsch (knapp 20%) zu verhandeln.

Bild 1: Ungefähre Stärkeverteilung der (ab 2007:) 23 Trägerschaften der offiziellen EU-Staatssprachen und darauf gegründete „demokratische“ Entscheidung für eine gemeinsame Verständigungssprache im Kontrast zu einer konstruktiven Lösung des Sprachproblems. (Nach Frank, 2005a, S. 93, und Selten/Frank, 2005, S.19. Die in Bild 2, Spalte 3, aufgelisteten Werte $\{q_1(n)\}$ der Verteilung dürften gegenwärtig etwas genauer zutreffen.)

Diese Widersprüche allein wären kein Anlass, die mit Bild 1 gezeigte Alternative in Frage zu stellen, denn die meisten Entscheider und Macher der EU sind nicht fähig oder nicht willig, die politische Relevanz der Sprache zu beachten. Schlagender Beweis hierfür ist das jüngst erschienene Buch des bisherigen EU-Erweiterungskommissars Günter Verheugen (2005), das Krise und Chancen der europäischen Idee aus profunder *territorialpolitischer und rechtlicher* Sachkenntnis und Erfahrung beleuchtet, überdies nicht unerhebliche *wirtschafts- und finanzpolitische* Fakten und Argumente einbringt und an zwei Stellen, wenngleich verschwommen, die Wichtigkeit einer europäischen *Wertegemeinschaft* wenigstens streift. Dass die während seiner Zuständigkeit erfolgte Osterweiterung und die (von ihm mit guten Argumenten geforderte) weitere Ausdehnung der EU nicht nur zu einer Vergrößerung des Territoriums, der Bevölkerungszahl und der Zahl der EU-Mitgliedsstaaten führte und führen wird, sondern dass auch die von 11 auf 21 gewachsene und auf mindestens 23 bald weiter wachsende Zahl der einbezogenen Nationen, also der Sprachen, bedenkenswert ist, bleibt unerwähnt, die Mehrsprachigkeit Europiens verschwiegen. Über die Hintergründe der möglichen Unwilligkeit der meisten Europapolitiker, die Kommunikation als Schlüssel zur Identitätsfindung der EU-Bürger zu begreifen, mag man spekulieren. Ihre diesbezügliche Unfähigkeit dagegen ist nicht ihnen zur Last zu legen, sondern dem überalterten demokratischen System. Wie Johannes Heinrichs (2003, 2005) überzeugend nachwies, ist angesichts der von der heutigen Gesellschaft erreichten hohen Spezialisierung die repräsentative Demokratie nicht mehr zu legitimieren, wenn sie keine Differenzierung der parlamentarischen Zuständigkeit durch Verteilung auf vier Kammern vornimmt - nämlich für Wirtschaft und Finanzen, für Territorialpolitik und Recht, für Kultur und Sprache und für Weltanschauungsfragen und Grundwerte (vgl. dazu die aus kybernetischer Sicht vorgenommene Buchbesprechung Frank, 2005b). Niemand ist *befähigt*, in *allen vier* Dimensionen verständnisvoll zu entscheiden. Daher sollte auch kein Parlamentarier dazu *befugt* werden. Stellt aber Bild 1 ein fiktives *Sprachparlament*[1] vor die einzig denkbare, machbare und durchsetzbare Alternative?

An mindestens den eingangs angesprochenen zwei Stellen kann und muss der cartesische Zweifel einsetzen, um einen vollständigen Überblick über alle *denk*möglichen Lösungen des Kommunikationsproblems der EU zu gewinnen. Statt einer gemeinsamen Verständigungssprache ist z.B. die Weiterentwicklung des Mobiltelephons zum auch übersetzenden „Europhon" *denkbar*. Wenn dieses in naher Zukunft technisch nicht *machbar*, oder seine Entwicklung und Einführung nicht (von wem?) *durchsetzbar* ist, und die ersatzweise Verwendung einer neutralen Sprache zwar unschwer durchsetzbar und leicht machbar *wäre* aber „undenkbares" Tabu bleibt, muss die Wahl (*mindestens*) einer *nicht neutralen* Verständigungssprache, also einer in der EU gesprochenen *National*sprache n, nicht *notwendig* aufgrund der Zahl $E_M(n)$ ihrer Muttersprachler erfolgen. Andere Kriterien könnten z.B. das Bruttosozialprodukts ihrer Trägernation bzw. deren Finanzbeitrag zum EU-Haushalt sein. Oder man könnte zu $E_M(n)$ noch die Zahl jener

[1] Zwei Trägerorganisationen der GrKG/Humankybernetik haben einen zweijährigen, 2006 anlaufenden Modellversuch zu einem EU-Sprachparlament vereinbart: die *Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung* (der *Europaklub*) und die *Internationale Akademie der Wissenschaften* (*AIS*) *San Marino*. Sie laden weitere, vom Themenbereich betroffene Organisationen zur Mitträgerschaft des Projekts ein.

addieren, die n später als Zweit- oder Drittsprache lernten und so deren „Verständigungspotential" $Q(n)$ vergrößerten.

Bei allen solchen nicht-neutralen Lösungen gibt es Über- und Unterprivilegierte. Keine ist also „gerecht". Aber *mehrere* Nationalsprachen n unter Berücksichtigung ihrer Verständigungspotentiale zu nicht-neutralen, gemeinsamen Verständigungssprachen zu wählen, erscheint als „gerechter" und als Übergangslösung leichter „durchsetzbar" als die mit Bild 1 suggerierte, einfachste nichtneutrale Lösung.

2. *Definition des Verständigungspotentials einer Sprache in einer Weltregion*

Es ist sinnvoll, das Verständigungspotential $Q(n)$ der Nationalsprache n in der Weltregion EU – bzw. das dortige relative Verständigungspotential $q(n)$ – als Antwort auf eine der folgenden drei Fragen zu definieren:

(a) Wie viele EU-Bürger sprechen n? Wie viel Prozent sind dies?

(b) Wie viele EU-Bürger – bzw. wie viel Prozent der EU-Bürger – können eine Verlautbarung unmittelbar (also ohne Übersetzung und ohne dafür erst noch zu leistendes Lernen) verstehen, wenn sie in der Sprache n verbreitet wird?

(c) Mit wie vielen zusätzlichen EU-Bürgern (absolut bzw. prozentual ausgedrückt) könnte sich ein EU-Bürger der Nationalität n^* verständigen, hätte er n als *Zweit*sprache hinzugelernt?

(Ebenfalls sinnvoll aber etwas komplizierter wäre es, das Verständigungspotential durch die Wahrscheinlichkeit zu messen, dass sich zwei zufällig zusammenkommende EU-Bürger in n sprachlich verstehen.)

Die Antworten auf die drei Fragen stimmen überein, wenn man wenigstens als *erste Näherung* unterstellen darf, dass die jeweilige Muttersprache n eines jeden EU-Bürgers zu den 23 in Bild 1 abgekürzt aufgeführten Staatssprachen der „EU(2007)" gehört, dass jeder EU-Bürger seine Muttersprache M, seine Vatersprache V und die (von Kindheit an gewohnte) Umweltsprache U vollständig beherrscht, dass für jeden EU-Bürger diese drei Sprachen übereinstimmen, und dass kein EU-Bürger mit *anderer* Muttersprache $n^* \neq n$ die Staatssprache n als Fremdsprache L hinreichend vollständig erlernte, um in deren (ihm dann nicht mehr „fremde") Trägernation[2] in dem Sinne „eingebürgert" werden zu können, dass seine fremde Herkunft nicht mehr an der Art des Sprechens der „einheimischen" Sprache n (also an seinem fremden „Nestgeruch", nämlich zumindest an seinem „Akzent") erkennbar bleibt. Unter diesen vereinfachenden Voraussetzungen sind die Fragen (a), (b) und (c) übereinstimmend durch

[2] Seit 2006 erlaubt Spanien seinen *katalanisch sprechenden* Staatsbürgern, sich wahrheitsgemäß als *Nation* zu bezeichnen. Damit Katalanisch – nach Rumänisch und Bulgarisch - als 24. offizielle EU-Staatssprache hinzukommt (also z.B. im Reisepass jedes EU-Bürgers erscheint), bedarf es eines Beschlusses eines befähigten und befugten Entscheidungsgremiums – also der zu fordernden *europäischen Kammer für Sprache und Kultur*. Sie wird selbstverständlich nicht mehr von einer „belgischen Nation" sprechen, sondern die Tatsache unverschleiert anerkennen, dass der belgische Staat Anteil an 3 Nationen hat. Der deutsche Anteil wird dabei ebenso wenig von der deutschen Nation abgetrennt wie der Anteil Österreichs. – Für die folgenden Berechnungen verzichten wir auf diese an sich überfällige Bereinigung des Sprachgebrauchs und zählen zu den in der EU vertretenen Nationen vereinfachend nur jene, deren Sprachen (schon) als EU-Staatssprachen offizialisiert sind.

(1a) $Q_1(n) = E_M(n)$ (1b) $q_1(n) = \frac{Q_1(n)}{\sum_{n=1}^{23} Q_1(n)} \left(= \frac{E_M(n)}{E} \right)$

zu beantworten, wobei $E_M(n)$ die Zahl der Muttersprachler von n in der EU, und E die Zahl aller EU-Bürger bezeichnet.

Berücksicht man die Existenz (sehr weniger!) idealer Polyglotter, für die also *nicht* M = V = U gilt (auch die Zahl jener, die eine Fremdsprache L im angegebenen Sinne *vollständig* lernten, ist vernachlässigbar klein und wird es immer bleiben), dann erhält man als (etwa gleiche) *zweite* Näherung für das (relative) Verständigungspotential

(2a) $Q_2(n) = Q_1(n) + E_{\{V,U\}}(n)$ (2b) $q_2(n) = \frac{Q_2(n)}{\sum_{n=1}^{23} Q_2(n)}$

wobei $E_{\{V,U\}}(n)$ die Zahl derer bezeichnet, für die n Vatersprache oder Umweltsprache aber nicht Muttersprache ist. Ist diese Zahl nicht (wie meist) vernachlässigbar klein, dann übersteigt die Summe der Verständigungspotentiale die Zahl E der EU-Bürger um die Zahl aller idealen Polyglotten, und meist ändert sich auch das relative Verständigungspotential, d.h. meist gilt nur $q_2(n) \approx q_1(n)$, womit sich die in Bild 1 gezeigte Verteilung geringfügig ändert.

Ist aber ein Sprachausländer, der n (z.B. Deutsch) *nicht* als M, V, U oder L *vollständig* erwarb, diese Sprache aber als Fremdsprache *sehr gut* spricht (z.B. ein vor Jahrzehnten nach Deutschland berufener, französischer Germanistikprofessor, der seine Herkunft trotz vollständiger passiver Sprachbeherrschung und fehlerfreien Wortens noch durch einen französischen Akzent verrät), bei der Bestimmung von $Q(n)$ ebenso wenig mitzuzählen, wie ein EU-Bürger *ohne jede Kenntnis* dieser Sprache? Nur in unserer Modellbetrachtung wird eine Zweitsprache entweder vollständig oder überhaupt nicht beherrscht. Eine befriedigende Bestimmung des Verständigungspotentials erfordert eine *differenzierte* Zählvorschrift für die Ermittlung der Zahl der Sprecher der Sprache n. Das liefert eine *dritte* Näherung für $Q(n)$ und $q(n)$. Die Theorie unscharfer Mengen kennt einen zwischen 0 und 1 liegenden Zugehörigkeitsgrad h eines Elements zu einer Menge. Wer überhaupt keine Kenntnisse einer Sprache n hat, gehört demnach mit dem Zugehörigkeitsgrad $h = 0$ zu ihrer Trägerschaft, wer sie vollständig beherrscht, gehört zu dieser Menge mit dem Zugehörigkeitsgrad 1. Es liegt nahe, bei der Zählung einen Sprachkenner mit dazwischen liegender Kompetenz *halb* zu zählen – oder besser: mit einem geeignet zu bestimmenden Zugehörigkeitsgrad $0 < h < 1$.

Es ist zu rechtfertigen, für diesen Zweck als Zugehörigkeitsgrad h zur Trägerschaft einer EU-Nationalsprache die *Kompetenz* p zu benutzen, mit der diese Sprache beherrscht wird. Im bildungskybernetischen Schrifttum (z.B. Frank, 1999, S. 38, 108; Frank/Lobin, 1998, S. 83, 159) wird p gemessen als Prozentsatz, zu dem ein bestimmter Lehrstoff beherrscht wird, nämlich allgemein als Quotient aus *beherrschter* Lehrstoffinformation geteilt durch *Gesamt*information dieses Lehrstoffs. Im Spezialfall *homogener* Lehrstoffe (deren Elemente alle gleich viel Information enthalten) ist dies der Anteil (Prozentsatz) beherrschter Lehrstoff*elemente*. Bildete speziell eine Verständigungssprache den Lehrstoff (wobei sie bei der direkten Methode des Fremdsprachunterrichts mit

der Unterrichtssprache zusammenfällt), und wurde für diesen nur die Kompetenz $0 < p < 1$ erreicht, dann reduziert dies das Verständnis einer Mitteilung (und damit die Lernleichtigkeit des Mitgeteilten) auf den Anteil p (vgl. Barandovska/Frank, 1994, S.59, 66). Nun kann die Frage (b), welche durch $Q(n)$ bzw. $q(n)$ beantwortet wurde, allgemeiner so gestellt werden: Welches ist der *Erwartungswert* $Q(n)$ der EU-Bürger, die eine in der Sprache n gemachte Mitteilung verstehen[3] - und mit welchem Prozentsatz $q(n)$ gelingt dies im Durchschnitt? Anschaulicher: Wie groß ist der Prozentsatz $q(n)$ der Fälle, in denen ein einzelner EU-Bürger eine einzelne Mitteilung in der Sprache n versteht? Ein Bürger, der n vollständig ($p = 1$) bzw. überhaupt nicht ($p = 0$) beherrscht, wird jede bzw. keine solche Mitteilung sprachlich verstehen. Wer für die Sprache n nur über eine dazwischenliegende Sprachkompetenz $p = p(n)$ verfügt, wird nur den Bruchteil p aller in n geworteten Mitteilungen verstehen – und jede beliebige davon nur mit der Wahrscheinlichkeit p. Von allen $E_p = E_p(n)$ EU-Bürgern dieser „n-Kompetenz p“ (z.B. der Deutsch-Kompetenz 54%) versteht also nur der Prozentsatz p (= 54%) eine beliebige, aber bestimmte (deutschsprachige) Mitteilung, also nur pE_p Bürger. Diese Zahl erhält man offensichtlich, wenn man zur Ermittlung der dritten Näherung $Q_3(n)$ jeden EU-Bürger, der über n die Kompetenz $p = p(n)$ hat - also alle $E_p(n)$ - p-fach zählt. Zur Bestimmung von $Q_3(n)$ müssen dann die Zahlenwerte $E_p(n) \cdot p$ für alle Werte p der nicht vollständigen n-Kompetenz addiert werden, und um diese Summe ist die Zahl $Q_2(n)$ der bisher ausschließlich beachteten *vollständigen* n-Beherrscher zu vergrößern:

$$\text{(3a)}\quad Q_3(n) = Q_2(n) + \sum_{p \leq 1} p \cdot E_p(n) \left(\approx Q_1(n) + \sum_{p \leq 1} p \cdot E_p(n) \right)$$

(Ein EU-Bürger, für welchen die Sprache n weder von vorneherein M oder V oder U ist, und der sie auch nicht im oben präzisierten Sinne als L *vollständig* hinzulernte, sondern der als Sprachausländer erkennbar bleibt, kann sie dennoch mit der Kompetenz $p = 1$ d.h. „perfekt“ obgleich nicht vollständig, beherrschen, sie also 100%ig verstehen und sich in ihr im selben Umfang verständlich machen.) Das *relative* Sprachpotential ist

$$\text{(3b)}\quad q_3(n) = \frac{Q_3(n)}{\sum_{n=1}^{23} Q_3(n)}$$

Man kann zur Bestimmung einer beliebig guten Näherung für $Q_3(n)$ und $q_3(n)$ das theoretische Kontinuum der Wahrscheinlichkeiten p in genügend viele Kompetenzstufen zerlegen (z.B. in {]0; 0,1],]0,1; 0,2], ... ,]0,9; 1[}) und die Zahl $E_p(n)$ der Sprecher ermitteln, die innerhalb der EU die einzelnen Sprachen n mit der (auf denselben Stufenwert gerundeten) Kompetenz p beherrschen. Man kann aber auch die Sprecherzahlen $E_p(n)$ der einzelnen Kompetenzstufen durch die jeweilige Stufengröße Δp (als Beispiel wählten wir einheitlich $\Delta p = 0{,}1$) dividieren und mit dem Quotienten die jeweilige Dichte $\varepsilon_p(n) \approx E_p(n)/\Delta p$ messen, mit der sich die n-sprachlich „Halbgebildeten“ über die kon-

[3] Genauer müsste es heißen: „... eine Mitteilung verstehen, die in der Sprache n zu machen beabsichtigt war“. Beherrscht nur ein Prozentsatz $p_{\text{aktiv}}(n)$ der EU-Bürger die Sprache n auch aktiv, allgemeiner: wenn nur zu diesem Prozentsatz die Absicht *gelingt*, die Mitteilung in n zu worten, dann kommt es äußerstenfalls mit dieser Wahrscheinlichkeit zum Verständnis der Mitteilung. Das Verständigungspotential schrumpft also mit diesem Faktor.

tinuierliche Kompetenzskala verteilen. Dies führt zur mathematisch exakten Gleichung

$$\text{(3c)}\ Q_3(n) =_{p=0} \int^1 \varepsilon_p(n) \cdot \mathrm{d}p + Q_2(n)$$

Exakt, da logisch korrekt, ist auch folgende, bei Volkszählungen grundsätzlich anwendbare Bestimmungsgleichung des Verständigungspotentials von n:

$$\text{(3d)}\ Q_3(n) = \sum_{m \in \mathrm{EU}} p_m(n) = \sum_{m=1}^{E} p_m(n)$$

Zur Bestimmung des Verständigungspotentials der Sprache n in der EU sind nach dieser Zählvorschrift also für alle E EU-Bürger $m = 1, 2, ..., E$ die Kompetenzwerte $0 \le p_m(n) \le 1$ zu addieren, die sie in dieser Sprache aufweisen.

n	$Q_1(n) = E_M(n)$ (Millionen)	$q_1(n) = Q_1(n)/E$ (%)	$E_+(n)$ (Millionen)	$Q_{max}(n) = Q_1(n) + E_+(n)$ (Millionen)	$q_+(n) = Q_{max}/\Sigma$ (%)	$E_+{}^*(n)$ (Millionen)	$Q_3(n) = Q_1(n) + E_+{}^*(n)$ (Millionen)	$q_3(n) = Q_3(n)/\Sigma$ (%)
1 (D)	92	19,2	45,0	137,0	18,5	14,4 (20,9)	106,4 (112,9)	18,9 (19,0)
2 (F)	64	13,3	40,9	104,9	14,2	13,1 (17,9)	77,1 (81,9)	13,6 (13,8)
3 (GB)	62	12,9	156,8	218,8	29,5	50,2 (61,8)	112,2 (123,8)	19,9 (20,8)
4 (I)	58	12,1	0,9	58,9	8,0	0,3 (0,6)	58,3 (58,6)	10,3 (9,9)
5 (E)	40	8,3	10,6	50,6	6,8	3,4 (9,5)	43,4 (49,5)	7,7 (8,3)
6 (PL)	38	7,9	0,6	38,6	5,2	0,2 (0,3)	38,2 (38,3)	6,7 (6,4)
7 (RO)	22	4,6	0,0	22	3,0	0,0	22	3,9 (3,7)
8 (NL)	21	4,4	0,0	21	2,8	0,0	21	3,7 (3,5)
9 (H)	12	2,5	0,0	12	1,6	0,0	12	2,1 (2,0)
10 (GK)	11	2,2	0,0	11	1,5	0,0	11	1,9 (1,9)
11 (P)	10	2,1	0,0	10	1,4	0,0	10	1,8 (1,7)
12 (CZ)	10	2,1	1,7	11,7	1,6	0,5 (0,8)	10,5 (10,8)	1,9 (1,8)
13 (BG)	9	1,9	0,0	9	1,2	0,0	9	1,6 (1,5)
14 (S)	8	1,7	3,0	11,0	1,5	1,0 (1,4)	9 (9,4)	1,6 (1,6)
15 (SK)	5	1,0	0,0	5	0,7	0,0	5	0,9 (0,8
16 (DK)	5	1,0	0,0	5	0,7	0,0	5	0,9 0,8)
17 (SF)	5	1,0	0,2	5,2	0,7	0,1 (0,1)	5,1 (5,1)	0,9 (0,9)
18 (LT)	3	0,6	0,0	3	0,4	0,0	3	0,5 (0,5)
19(SLO)	2	0,4	0,0	2	0,3	0,0	2	0,4 (0,3)
20 (LV)	2	0,4	0,0	2	0,3	0,0	2	0,4 (0.3)
21(EST)	1	0,2	0,0	1	0,1	0,0	1	0,2 (0,2)
22 (IRL)	0,6?	0,1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,6	0,1 (0,1)
23 (M)	0,4	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,4	0,1 (0.1)
Σ	481	100	259,7	740,7	100	83,1	564,1 (593,9)	100

Bild 2: Absolute und relative Größe der Trägerschaft und des Verständigungspotentials der EU-Nationalsprachen. (Die Werte sind im Fluss und nur grobe Näherungen, schon weil die zugrundeliegenden statistischen Angaben sich nicht alle auf das selbe Jahr beziehen.)

3. *Abschätzung (Q_{max}) der Verständigungspotentiale und Ermittlung der Sprachkompetenzen p.*

Jede der Bestimmungsgleichungen (3a,b,c,d) des Verständigungspotentials erfordert die Ermittlung der Sprachkompetenz p der EU-Bürger. Es ist schon eine Vergröberung, für alle Mutter-, Vater- und Umweltsprachler $p = 1$ vorauszusetzen. Zu einem *viel* zu groben und großen Ergebnis würde aber die Annahme führen, jeder, der eine Sprache zu lernen begann, habe in ihr die Kompetenz 1 erreicht. Unter dieser abwegigen Annahme wäre $Q(n)$ einfach dadurch zu bestimmen, dass zur Zahl der EU-Bürger, für welche n Muttersprache ist, die Zahl aller jener EU-Bürger mit anderem M addiert wird, die n wenigstens zu *lernen begannen* (oder angeben, diese Sprache zu verstehen), ohne diese Sprache als V, U oder L *vollständig* zu beherrschen. Angaben mit Stand Mai/Juni 2005 verbreitete die Europäische Kommission im September 2005 in ihrem Europabarometer: http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_237.en.pdf. Daraus kann näherungsweise berechnet werden, dass z.Zt. Deutsch etwa $E_+(1) = 45{,}0$, Französisch $E_+(2) = 40{,}9$, Englisch $E_+(3) = 156.8$ und Italienisch $E_+(4) = 0{,}9$ Millionen EU-Bürger als *Fremdsprache* „beherrschen". In Bild 2 sind alle 23 Werte $E_+(n)$ aufgeführt und zu den Anzahlen $E_M(n)$ jeweiliger Muttersprachler addiert, aus denen sich Bild 1 unter der Voraussetzung fehlender Mehrsprachigkeit ergab. Proportional zu den Summen $E_M + E_+ = Q_{max}$ verteilen sich die relativen Werte $q_+ = Q_{max} / {}_{n=1}\Sigma^{23} Q_{max}(n)$, die Voslamber (2006) benutzt. Sie weichen erheblich von der in Bild 1 gezeigten Verteilung ab, sind aber schwer interpretierbar. Die absoluten Werte Q_{max} dagegen sind als obere Schranken („Abschätzungen nach oben") für die gesuchten Verständigungspotentiale zu gebrauchen, die E_M als untere Schranken („Abschätzungen nach unten"), Offensichtlich unterliegen die Q_{max} einer raschen Entwicklung, die von den festlegbaren Pflicht- und Wahlpflichtfremdsprachen der einzelnen Länder abhängt; sie sind also in weiten Grenzen politisch leicht manipulierbar (bei nur minimaler Veränderung der wirklichen Sprachsituation). Denn wenn künftig nahezu jeder EU-Bürger Englisch als M, V oder U sprechen oder als Fremdsprache lernen soll, konvergiert rasch Q_{max}(Englisch) $\rightarrow E$. Daher erreicht (wenn niemand eine andere Fremdsprache zu lernen gezwungen wird) q_+(Englisch) kurzfristig 53,4% und wächst in kaum mehr als zwei Generationen auf 100%, da aufgrund dieser Sprachpolitik alle anderen Sprachen in der EU wegselektiert werden[4]

Bei realistischer Betrachtung darf weder nach einem Schuljahr noch bis zum Ende der Schulpflicht mit dem Erreichen des Kompetenzwerts $p = 1$ in einer schulisch vermittelten Nationalsprache gerechnet werden. Ein solches Ziel ist nur für eine *als lernleicht entwickelte Plansprache* realistisch (wegen ihres – bei gleicher Ausdruckskraft - auf nur 3% bis 10% komprimierten Lehrstoffvolumens). Weder garantiert die Fremdsprachnote „sehr gut" im Abiturszeugnis $p =$ 100%ige Beherrschung dieser Sprache, noch erreichen alle Abiturienten diese Note. Z.Zt. legen $A = 22{,}7\%$ der EU-Bürger die Reifeprüfung ab.

Die Kompetenz $p = 1$ in einer Fremdsprache würde besagen, dass sie nicht nur passiv sondern auch aktiv gleichgut wie von einem Muttersprachler beherrscht wird. Nach einer empirisch befriedigend bestätigten Formel der Bildungskybernetik (vgl. z.B.

[4] Die Gesetzmäßigkeit, mit der dies erfolgt (man könnte sie als „Hauptsatz der Sprachverdrängbarkeit" bezeichnen) wurde andernorts dargelegt. Vgl. z.B. Selten/Frank (2005), 23f. und (ausführlich) 84 - 89.

Frank/Lobin, S. 89 – 98) sinkt die Lernleichtigkeit z.B. von Vokabeln der Länge 4, 5, 6, 7, ... durch die Forderung ihrer auch aktiven Beherrschung auf durchschnittlich 66%, 59%, 53%, 48%, ..., womit der zu erwartende Lernzeitbedarf um 52%, 69%, 89%, 108%, ... wächst. Ganz grob gerechnet *verdoppelt* sich also das fremdsprachliche Lehrstoffvolumen, wenn außer dem bloßen *Verstehen* auch die aktive eigene *Ausdrucksfähigkeit* angestrebt wird (selbst wenn man dabei auf akzentfreies Sprechen verzichtet).

Soll die Höhe des Verständigungspotentials Aussagekraft haben, darf sie nicht nur durch die *passive* Sprachbeherrschung bestimmt werden. Würden nämlich alle EU-Bürger Englisch *verstehen*, aber nur die Engländer selbst auch so *sprechen* können, wäre eine V*erständigung* nur zwischen Engländern möglich. Alle anderen könnten in Englisch nur *informiert* werden. Man kann aber davon ausgehen – und das setzen wir hier voraus -, dass ein Abiturient, der seine erste Fremdsprache perfekt *versteht* ($p_{\text{passiv}} = 1$), die Note „sehr gut" auch dann verdient, wenn er nur rund die Hälfte der Lehrstoffelemente auch zum eigenen Worten *verwendet* ($p_{\text{aktiv}} = 0{,}5$), zumal es bei einem Muttersprachler nicht wesentlich anders ist. Insgesamt ist ihm dann der *durchschnittliche Kompetenzwert 75%* zuzumessen. Erst durch ein anschließendes (z.B. Lehramts-)Studium dieser Fremdsprache wäre näherungsweise 100%ige Gesamtkompetenz erreichbar.

Der Kompetenzanstieg durch Aufnahme der Lehrstoffelemente ins Langgedächtnis erfolgt im Verlauf des Fremdsprachunterrichts sehr flach. Wir können daher – als zweite Voraussetzung - die Lernkurve durch eine *Gerade* annähern.

Drittens gehen wir davon aus, dass die *erste Fremdsprache bis zum Abitur* durchschnittlich *10 Jahre* gelernt wird.

Viertens sei die durchschnittlichen *Wochenstundenzahl* während der Schulzeit für die erste Fremdsprache *dieselbe* wie für die $t \leq 10$ Jahre lang gelernten weiteren nationalen Fremdsprachen. (Latein ist in unserem Zusammenhang irrelevant.)

Fünftens muss. im Gegensatz zu den Plansprachen, die nur der Kommunikation dienen, jede Nationalsprache auch eine kulturgeschichtliche und eine biologische Rolle spielen (Frank, 1975, S. 17f.) und daher *schwer erlernbar* sein. Wir unterstellen vereinfachend, sie alle hätten (relativ zu Plansprachen) etwa gleiche Lernleichtigkeit.

Unter diesen fünf Voraussetzungen wächst die Gesamtkompetenz p sehr guter Schüler in jeder Schulfremdsprache innerhalb der Lernzeit t auf

$$(4) \quad p \approx t\,/\text{Jahre} \cdot 7{,}5\%\,/\text{Jahr} = 7{,}5 \cdot t\,\%$$

Ungefähr p = 100%ig kompetent würden in der ersten Schulfremdsprache nach diesem optimistischen Ansatz also diejenigen sehr guten Schüler, die nach dem Abitur diese Sprache noch weitere 3 bis 4 Jahre als Studienfach mit unveränderter Wochenstundenzahl weiterlernen.

Zur Berechnung des Sprachpotentials $Q(n)$ der EU-Nationalsprachen n innerhalb der EG nach (3a) muss für jede Kompetenzstufe p die Zahl $E_p(n)$ der EU-Bürger bekannt sein, die n auf dieser Kompetenzstufe beherrschen. Die Schulen beziffern die Kompetenzstufen durch Zeugnisse z. Sie bilden nur eine *Ordinalskala*, hängen also nicht sicher *linear* mit der Kompetenz zusammen, haben aber den Vorteil, dass ihre Statistik relativ leicht erhältlich ist. Benötigt wird dann nur noch für die verschiedenen Fremdsprachnoten z der Schulabgänger der jeweilige durchschnittliche Kompetenzwert $p = p(z)$.

Hierzu bieten die Ergebnisse einer früheren Fallstudie (Barandovská/Frank, 1994, S. 69, Tabelle 3) einen Anhaltspunkt. Gemessen wurden die Lernleichtigkeiten λ zweier nur in der Unterrichtssprache verschiedener Unterrichte. Der erste wurde Lehramtsstudierenden in ihrer Denk- und (in der Regel) Muttersprache (M = Deutsch) erteilt (vorauszusetzende Kompetenz: $p = 1$), der andere in ihrer ersten Schulfremdsprache (Englisch). Die Beherrschung der letzteren wurde durch Angabe eines Zeugnisses z der deutschen Notenskala (1, 2, 3, 4, 5, 6) gemessen. Für die (wenigen) Lerner mit einem (zumindest) *guten* Zeugniswert (2) erwies sich im Rahmen der Messgenauigkeit des Versuchs die Lernleichtigkeit der Lektion als ungefähr gleich groß wie bei muttersprachlicher Unterrichtung. Der Großteil der Studierenden gab als Benotung 3 oder 4 an; hier betrug λ nur $r = 72\%$ der Lernleichtigkeit, die mittels M erreicht wurde. Für die (wenigen) Lerner mit einer schlechteren Note betrug die Reduktion der Lernleichtigkeit $r = 7\%$. Da (wie schon in Abschnitt 2 zitiert) nach Barandovská/Frank (1994, Gleichung 10) $r = p$ angenommen werden kann, die Reduktion der Lernleichtigkeit durch fremdsprachliches Unterrichten also gleich der Kompetenz der Lerner in der Unterrichtssprache ist, besäße die unterrichtssprachlich beste Gruppe in ihr die Kompetenz $p = 1$, die mittlere Gruppe 0,72, die unterrichtssprachlich schlechteste Gruppe nur 0,07. Da das Abitur Studienvoraussetzung ist, und der Versuch mit der - maximal 10 Jahre gelernten - ersten Fremdsprache durchgeführt wurde, dürfte nach (4) der höchste ermittelte Kompetenzwert nur $0{,}75 < 1$ sein. Der Widerspruch beruht auf dem benutzten Unterrichtstyp der (rückkopplungsfreien) Lern*steuerung*. Dargeboten wurden Videoaufnahmen, bei denen bloßes Sprach*verständnis*, also *passive* Sprachbeherrschung ausreichte, weil der Lerner weder durch Antworten noch durch Rückfragen aktiv zum Unterricht beitrug. 100%iges *Verstehen* entspricht aber nach der oben durchgeführten Abschätzung einer ungefähr 75%igen *Gesamt*kompetenz. Die Werte r sind also mit 0,75 zu multiplizieren. Damit liegt die höchste Kompetenzstufe bei 75%, die mittlere bei 54%, die niedrigste bei 5%. (Dem *Eurobarometer* von 2005 ist zu entnehmen, dass nach Selbsteinschätzung 62% der Deutschsprachigen sich in mindestens einer Fremdsprache verständigen können. An der Spitze stehen die Luxemburger mit 99%, während die nur 30% sprachgebildeten Briten zusammen mit den Ungarn mit deutlichem Abstand das Schlusslicht bilden.)

4. *Ermittlung der berichtigten Verständigungspotentiale* $Q_3(n)$.

Mittels der Näherung (4) kann für die einzelnen EU-Nationalsprachen das Verständigungspotential aus dem jeweiligen Wert $E_+(n)$ und der Verteilung der Kompetenzwerte p genauer ermittelt werden. Für unseren Zweck reicht es aus, dazu die folgenden drei vereinfachenden Annahmen zu machen:

1. Der Prozentsatz $H(n, J)$ des Jahrgangs, der in der Trägerschaft der Sprache n gegenwärtig ($J = 2006$) die Hochschulreife (das Abitur) erreicht, stimmt für alle 23 Sprachträgerschaften überein, galt schon für alle früheren, noch nicht ausgestorbenen Jahrgänge und wird für die schon geborenen jüngeren EU-Bürger gleich bleiben. - Nach den im Internetz am 10.November 2005 verbreiteten *EU-Nachrichten* lagen in Wahrheit 2004 die Prozentsätze $H(n, J)$ zwischen 10,7% (Malta) und 35,0% (Finnland); sie betrugen in Deutschland 24,3%, in Österreich 18,0%. Nach den *Statistischen Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz* 171 (2003) hatten 2002 in Deutschland 26,7% des

Jahrgangs die Hochschulreife erlangt. - Wir rechnen vereinfachend mit dem für 2004 festgestellten EU-Mittel $\overline{H} = 22{,}7\%$. Da der Wert zwar innerhalb der nächsten 18 Jahre etwas steigen dürfte, aber sicher im Durchschnitt der vergangenen 8 Jahrzehnte kleiner war, ist $\overline{H}$ etwas zu groß, was zu etwas zu großen Ergebnissen für $E_+^*(n)$ und $Q_3(n)$ führt. Für Deutsch und vor allem für Englisch sind auch etwas zu große Werte $q_3(n)$ zu erwarten.

2. Die (noch zu bestimmende) prozentuale Verteilung der EU-Bürger, die eine Fremdsprache gleich lang lernten, auf die drei Kompetenzstufen ist in allen EU-Ländern dieselbe. – Dies dürfte realistisch sein.

3. Die bis zum Austritt aus der Schule erworbene Kompetenz bestand schon ab dem ersten Lebensjahr und bleibt auf Lebenszeit erhalten. – Der erste Teil dieser Annahme ist sicher falsch; sie vergrößert fälschlich die Ergebnisse um rund 15%. Auch die Nichtbeachtung des Vergessens verfälscht etwas nach oben.

4. Der Prozentsatz $a(S, n)$ jener, die im EU-Mitgliedsstaat S die Sprache n gelernt haben, ist bei den Schulabgängern mit Hochschulreife derselbe wie bei den Bürgern ohne Abitur. – Diese Annahme ist zweifellos anfechtbar. Man wird vielmehr erwarten, dass $a(S, n)$ bei den Abiturienten größer ist, dass also z.B. mehr als der Anteil a(D, Englisch) $\cdot\ \overline{H} = 0{,}51 \cdot 0{,}227 = 11{,}6\%$ aller Deutschen sowohl Englisch lernte als auch die Hochschulreife erlangte. Andererseits kann es sich weder um mehr als die 51% handeln, die Englisch lernten, noch um mehr als die 22,7%, welche das Abitur ablegten. Neben die Ergebnisse, die aufgrund aller vier gemachten Annahme gewonnen wurden, ist in Bild 3 in Klammern der jeweilige Wert hinzugefügt, der unter der Alternativannahme gälte, dass der größte, mit den benutzten statistischen Daten vertägliche Prozentsatz der Bürger eines EU-Mitgliedsstaats S eine Sprache n bis zum Abitur gelernt hätte. Ist $a(S,n) \geq \overline{H}$, dann ist dieser Extremwert $\overline{H}$, andernfalls $a(S, n)$.

D
Deutsch
19 %
F
14 %
Englisch
20 %
GB
10 %
I
7 %
PL
8 %
E
RO
NL
H
GK
P
CZ
BG
SK S
SF DK
*
* LT, SLO, LV, EST, IRL, M

Bild 3: Verteilung $\{q_3(n)\}$ des Verständigungspotentials der EU-Nationalsprachen.

Insgesamt sind aufgrund der gemachten Annahmen etwas zu große Ergänzungswerte $E_+{}^*(n) < E_+(n)$ und Verständigungpotentiale $Q_3(n) < Q_{max}(n)$ zu erwarten, sowie ein etwas zu großes q_3(Englisch). Die Rechnung führt also nicht unbedingt zu den „wahren" Verständnispotentialen, sondern zu verbesserten *oberen Schranken* für diese.

In ihrer Tabelle 3 geben Barandovská/Frank (1994, S. 69, und Barandovská, 1997, S.801) nur die Verteilung der Fehlerzahlen F, nicht auch jene der Versuchspersonenzahlen G auf die drei Kompetenzstufen an. Man kann aber davon ausgehen, dass das Vorwissen über den Versuchs*lehrstoff* von der Kompetenz in der *Unterrichtssprache* unabhängig ist, dass also der Erwartungswert der Fehlerzahl $f_0 = F_0\ /G$ *pro Studierendem einer Kompetenzstufe*, zu der in der Stichprobe G Studierende gehörten, im Vortest zwischen den drei Gruppen übereinstimmt. Unter dieser Voraussetzung verhalten sich die Anfangsfehlerzahlen 5:142:7 wie die Gruppenstärken, woraus sich deren Verteilung zu etwa {3%, 92%, 5%} errechnet. Von den 51% der 82,5 Millionen deutscher Staatsbürger, die nach dem Europabarometer Englisch lernten (also 42,1 Millionen), ist zu erwarten, dass 3% zur obersten Gruppe, 92%, zur mittleren Gruppe, und knapp 5% zur unteren Gruppe gehören, dass sie also im Mittel die Kompetenz 0,522 *hätten,* hätten sie alle bis zum Abitur Englisch gelernt. Nach Annahme 4 trifft dies aber nur auf $\overline{H} = 22{,}7\%$ der Englischlerner zu, also der 51% Deutscher, die in der Schule Englisch lernten – im denkbaren Höchstfall wären es alle $\overline{H} = 22{,}7\%$ der $a(S,n) = 51\%$ der Deutschen, die das Abitur ablegten und so Kompetenzwerte um 0,75 bzw. 0,54 bzw. 0,05 (durchschnittlich 52,18%) erreichten. Der Rest der Deutschen, nämlich nach Annahme 4 100% - 0,227 · 51% = 88,4% (bzw. allerwenigstens - nach der extremen Alternativannahme – 100% - 22,7% = 77,3%) erreicht nicht die Hochschulreife, also nur die Hälfte der durchschnittlichen Kompetenz (26,09% statt 52,18%). Durchschnittlich wird also unter der Annahme 4 von den Englischlernern die Kompetenz 32,0% erreicht, im Mittel aller deutschen Staatsbürger 51% davon, also 16,3% Der Beitrag der deutschen Staatsbürger zum Verständigungspotential von Englisch innerhalb der EU berechnet sich daraus nach (3a) zu 16,3% der 82,5 Millionen Deutscher, das sind $E_+{}^*$(Englisch, D) = 13,5 Millionen. Da wir mit denselben Durchschnittswerten $\overline{H}$ und $\overline{p}$ für alle Länder und Sprachen rechnen, reduziert sich für alle der Beitrag $E_+{}^*(n.S)$ zum Verständigungspotential gegenüber $E_+(n.S)$ mit demselben Faktor 0,320, um den sich daher auch die Summen in der 4. und 7. Spalte von Bild 2 unterscheiden. (Rechnet man statt mit Annahme 4 mit der angesprochenen Alternative, dann erhält man erwartungsgemäß etwas höhere Beiträge der Bürger der einzelnen Staaten zu den Verständigungspotentialen ihrer einzelnen Fremdsprachen. Beispielsweise berechnet sich so der Beitrag der Deutschen zum Verständigungspotential von Englisch zu 15,9 Millionen statt 13,5 Millionen.)

Eindrucksvoller als durch Vergleich der Spalten von Bild 2 erkennt man die Auswirkung der Berücksichtigung des Fremdsprachenlernens, wenn man die in Bild 3 gezeigte Verteilung $\{q_3(n\}$ der Verständigungspotentiale mit der in Bild 1 gezeigten Verteilung $\{q_1(n)\}$ der Muttersprachler vergleicht. Zwar liegt Deutsch weiterhin vor Französisch und Italienisch, aber nicht mehr vor Englisch. Statt nur etwa 2/3 des Gewichts der deutschen Sprache zu haben, wie bei Berücksichtigung nur der *Größen der Trägerschaften*, ist bei einer Gewichtsbestimmung aufgrund der *Verständigungspotentiale* Englisch innerhalb der EU rechnerisch um etwa 5% „gewichtiger" als Deutsch (bei Zugrundelegung

der Alternativannahme, die zu den Klammerwerten führt, sogar um 9%). Das Gewicht beider Sprachen ist bei dieser Betrachtungsweise also ungefähr gleich, während die Differenz zwischen Deutsch und Französisch (weiterhin rund 30%) augenfällig bleibt, und der prozentuale Abstand zu Italienisch sogar deutlich (von 37% auf 46%) wächst. Für sprachpolitische Argumentationen kann dabei eine *qualitative* Änderung wichtig werden, die beim Vergleich der beiden Graphiken ins Auge springt. Während nach Bild 1 die Prozentsumme erst der stärksten *vier* Sprachen die 50%-Marke überspringt, sind nach Bild 3 schon die *drei* „gewichtigsten" Sprachen zusammen „mehrheitsfähig".

5. *Sprachlastenausgleich als vertretbare Übergangslösung.*

Nach dem Poincaré-Prinzip führt von Fakten (z.B. dem unterschiedlich hohen Verständigungspotential zweier EU-Nationalsprachen) zu (z.B. eurosprachpolitischen) *Forderungen* kein logisch richtiger Weg. Auch keine Technologie kann zur Beantwortung der an sie gestellten Frage „Was tun?" aus noch so viel erkannten Wahrheiten Handlungs*empfehlungen* ableiten, ohne mindestens *eine normative* Prämisse zur Hilfe zu nehmen, und sei es nur die möglicherweise einzige a priori und damit intersubjektiv verbindliche Grund*forderung*, ein *Ziel* nicht auf einem Weg anzustreben, von dem man weiß, dass es auf ihm unerreichbar ist. Ohne Rückgriff auf andere *Wertungen* ist daher unentscheidbar, ob es *vorteilhaft* ist, wenn das Verständigungspotential der Nationalsprache n in der EU größer ist als das von n^*, ob also die Träger von n gegenüber jenen von n^* im *Vorteil* sind, oder umgekehrt. In beiden Fällen gibt es eine *benachteiligte* Trägerschaft; die Situation ist also *unbefriedigend.* Dann muss jeder unterprivilegierte EU-Bürger für sich - oder die EU (durch Volksabstimmung oder mittels eines gemeinsamen Sprachparlaments) für alle - entscheiden, ob diese „Ungerechtigkeit" geduldet oder aber – wie? - überwunden oder ausgeglichen werden *soll.* Damit die Entscheidung nicht willkürlich getroffen werden muss sondern *gerechtfertigt* werden kann, müssen nach *normativen* Prinzipien *Güter* gegeneinander abgewogen werden. Dies erfolgt vom eingenommenen Standpunkt im *Wertedreieck* aus. Die Standortabhängigkeit einer solchen Entscheidung wurde schon andernorts (Frank, 2005c, S.169 – 172) verdeutlicht. Der eingenommene Standpunkt kann auf den vier Entscheidungsebenen in weiten Grenzen variieren (Frank, 2005, S. 211), wie implizit Heinrichs (2005, S.47) belegt. Ein „all-round"-Europaparlament kann daher unmöglich angemessen entscheiden, welche eurosprachpolitischen Konsequenzen aus den unterschiedlichen Verständigungspotentialen der EU-Nationalsprachen gezogen werden *sollen.* Wohl aber können bei sprachpolitischen Entscheidungen über den auf der sprachlich-kulturellen Ebene eingenommenen Wertungsstandpunkt hinaus auch Wertungen und Entscheidungen der drei anderen Ebenen berücksichtigt werden, insbesondere die auf der Weltanschauungsebene anerkannten *Grundwerte.*

Eingangs wurde schon bemängelt, dass in den zitierten früheren Texten (Selten/Frank, 2005, insbesondere S. 18 – 23; Frank, 2005a) stillschweigend das Erfordernis *genau einer* gemeinsamen Verständigungssprache unterstellt, und der „konstruktiven Lösung" des Eurolinguismus (nämlich eine geeignete Plansprache *ELo* auszuwählen oder zu entwickeln) als „demokratische" Alternative nur die Erhebung der Zentral- und relativen Mehrheitssprache Deutsch zur Gemeinschaftssprache gegenüber gestellt wurde. Wer sich zur Demokratie bekennt, bezeichnet als „demokratisch" jede politische Entscheidung, die er für gut hält. So hält es mancher für demokratisch, die stärkste Parlamentsfraktion, auch wenn sie nur die *relative*

Mehrheit hat, mit der Regierungsbildung zu beauftragen, wozu ihr irgend eine Koalition die erforderliche *absolute* Mehrheit verschaffen soll. Auf Bild 1 übertragen wäre es analog als „demokratisch" zu bezeichnen, wenn Deutsch zusammen mit Französisch, Englisch und Italienisch zu offiziellen europäischen Verständigungssprachen erklärt würde, da alle vier zusammen die Mehrheit, nämlich 59% der EU-Bürger befriedigen würden. Nach diesem Demokratieverständnis könnte aber auch Italienisch durch Spanisch oder Englisch durch Polnisch ersetzt werden, Kombinationen, die mit jeweils 53% ebenfalls noch „mehrheitsfähig" wären. Dies gälte noch nicht bei Beschränkung auf nur *drei* Sprachen, da deren Trägerschaften günstigstenfalls 46% der EU-Bürger bilden.

Es könnte aber sein, dass der Verzicht auf eine vierte Verständigungssprache für die gesamte EU so vorteilhaft wäre (sei es wegen der Kosten, sei es aus anderen, z.B. den von Voslamber, 2006, dargelegten Gründen), dass ihn bei einer Abstimmung zwar die Trägerschaft der somit „eingesparten" Verständigungssprache ablehnen würde, aber diese rund 13% (oder sogar fast 20%) durch die 47% der ohnehin Unterprivilegierten überstimmt würden. Auch eine solche Lösung könnte dann als „demokratisch" bezeichnet werden. Nicht minder „demokratisch" wäre selbstverständlich auch eine Koalition der 19 „kleinen" Sprachen mit einer der vier „großen", denn sie würde 54% wenn nicht 61% der EU-Bevölkerung abdecken. Eine solche „Lösung" wäre aber sprachpädagogisch nicht „machbar". Da jeder Mensch in seiner Muttersprache, seiner Vatersprache und seiner Umweltsprache die Kompetenz 1 erreichen kann, und da bei jedem Neugeborenen die Möglichkeit besteht, dass alle diese drei Sprachen *verschieden* sind, können wir bei jedem *Ein*sprachigen die Fähigkeit voraussetzen, durch Sprachunterricht *zwei* Fremdsprachen gut zu erlernen, oder wenigstens eine gut und *zwei* weitere wenigstens bis zur passiven Beherrschung. Dass mancher mehr schafft, mag ein glücklicher Ausnahmefall sein, aber die volle, *auch aktive* Beherrschung von *mehr als zwei* offiziellen Verständigungssprachen, von denen keine Muttersprache ist, wäre sprachpädagogisch in der Regel unerreichbar.

Nicht selten praktiziert wird der „undemokratische" anglo-französische Bilinguismus, der Englisch und Französisch voll zu beherrschen fordert. Machbar und etwas „demokratischer" wäre statt seiner auch eine Sprachpolitik mit drei offiziellen Sprachen, von denen jeder irgend zwei bis zur passiven Kompetenz lernen, in der dritten die auch aktive Beherrschung schulisch oder als M, V oder U „natürlich" erwerben müsste. Wenn sich dann jeder stets in der bestbeherrschten dieser Sprachen ausdrückt, wird er von jedem Teilnehmer an diesem übersetzungsfreien „polyglotten Dialog" (Posner, 2002) verstanden. Erst ab vier Sprachen werden Übersetzungen unvermeidlich. Die Mehrheit der EU-Bürger wäre bei nur drei offiziellen Sprachen aber unvermeidlich unterprivilegiert und daran interssiert, wenigstens die Sprachlernlast durch Reduktion auf nur eine (auch aktiv zu beherrschende) privilegierte Sprache zu *halbieren*. Nach dem „Hauptsatz der Sprachverdrängbarkeit" (vgl. Fußnote 4) würden 22 der 23 EU-Nationalsprachen dadurch innerhalb von 2 – 3 Generationen verschwinden[5].

[5] Die Nachteile, die durch Verlust des europäischen Sprachreichtums und insbesondere auch durch Verzicht auf *kognitive Zweisprachigkeit* entstehen, sind nicht genügend rasch und schmerzhaft spürbar, als dass sie rechtzeitig zur Sprachtreue und zum Plansprachlernen motivieren könnten. Nur wenn die Erkenntnis sich durchsetzt und zumindest in Teilbereichen öffentlich praktiziert wird, dass die Sprachlernlast durch Wahl einer Plansprache zur gemeinsamen Verständigungssprache auf 2 – 5% reduzierbar ist, wird die EU-Basis Druck in diese Richtung machen und damit die Gefährdung ihrer Nationalsprachen von der Wurzel her überwinden. Die Machbarkeit ist in Selten/Frank (2005), S. 24–26, dargelegt.

Das einstige preußische Dreiklassenwahlrecht wird meist als „undemokratisch" bezeichnet und statt seiner ein *gleiches* Wahlrecht für alle gefordert, unabhängig vom jeweiligen materiellen oder Leistungsbeitrag für die Gemeinschaft. Aber letzterer bestimmt die Zahl der Stimmen in den Entscheidungsgremien von Kapitalgesellschaften, ohne dass diese sich als „undemokratisch" verstünden. Insofern könnte es auch als demokratisch gelten, statt der Stärkeverteilung der Sprachgemeinschaften (Bild 1) ihre Beitragsleistungen zum EU-Haushalt zum Präferenzkriterium der Verständigungssprachen zu machen. Gegen dieses Wer-zahlt-bestimmt-die-Musik-Prinzip kann freilich argumentiert werden, dass die Auswahl der gemeinsamen Verständigungssprachen längeren Bestand als die sie legitimierende Verteilung der Finanzbeitragsleistungen hätte. Ein analoger Einwand spricht aber auch gegen eine Orientierung am Verständigungspotential, also an Bild 3 statt Bild 1. Sie läuft auf die Unterstellung eines Mehrklassenwahlrechts hinaus, denn jeder der E_{M} Träger einer Sprache bekommt von den restlichen EU-Bürgern durch ihr Erlernen dieser Sprache sozusagen zusätzliche E_{+}/E_{M} Stimmen hinzu. Das Sprachpotential ist überdies bildungspolitisch in hohem Maße manipulierbar. Je nach Lebenserwartung einer Trägerschaft beginnen jährlich 1-2% derselben mit dem Lernen der ersten Fremdsprache. Würde daher z.B. beschlossen, in der gesamten EU als erste Fremdsprache Niederländisch (die kleinste der vier EU-Gründungssprachen) einzuführen, dann würde nach der oben angestellten Rechnungsweise innerhalb eines Jahrhunderts das relative Verständigungspotential dieser Sprache 51,1% erreichen – kaum weniger, als mit der Wahl von Englisch (53,4%) oder Deutsch (55,3%) erreicht würde.

Die Orientierung an einem noch so sorgfältig definierten und entsprechend gemessenen Verständigungspotential hat als EU-sprachpolitisches Entscheidungskriterium den schwerwiegenden Fehler, unberücksichtigt zu lassen, dass nur M, V und U gewissermaßen „naturgegeben" sind, alle anderen Sprachen aber *von den noch Ungeborenen mit großem Aufwand gelernt* werden müssen. Je langfristiger also die EU existiert, desto näher kommt die Verteilung des *eigentlich zu berücksichtigenden* Sprachpotentials der Sprachträgerschaftsverteilung von Bild 1, einfach weil zwar auch bei jedem künftig Geborenen schon mit der Beherrschung von M, V und U gerechnet werden kann, für die Beherrschung irgend einer bestimmten *Fremd*sprache aber ein hoher Aufwand erst später noch getrieben werden muss, also nicht schon heute angerechnet werden kann.

Dass letztendlich nur die eurolinguismische Lösung, also die Wahl oder Schaffung einer neutralen Plansprache zu *der* Verständigungssprache der EU (und des die EU als aktuellen Kern enthaltenden Europien) voll befriedigen (also von *jedem* als „demokratisch" bezeichnet werden) kann, konnte und kann nicht ausschließen, andere (aber diese Lösung nicht blockierende!) Entscheidungen für eine *Übergangsfrist* zu treffen (z B. für die vorläufige, durch polyglotten Dialog verlaufende Arbeit eines europischen Sprachparlaments). Dafür kann die Stärkeverteilung der Sprachträgerschaften $\{q_1(n)\}$ oder der Verständigungspotentiale ihrer Sprachen $\{q_3(n)\}$ *vorläufiges* Kriterium sein, und die Beschränkung auf nur *eine* Verständigungssprache ist noch nicht erforderlich. Akzeptiert man aber als *Grundwert* die *Gleichberechtigung aller EU-Bürger gleicher Altersstufe*, dann muss man die vorläufige, aber ungerechte Unterprivilegierung jener EU-Bürger, deren Sprache nicht als gemeinsame Verständigungssprache fungiert, *kompensieren* - schon weil sie die Mehrheit bilden. Derzeit wird ignoriert wenn nicht tabuiert, dass in Großbritannien nicht nur der Pflichtfremdsprach-

unterricht entbehrlich wurde, sondern auch die Neigung zum freiwilligen Fremdsprachenlernen mit steigendem Verständigungspotential Q_3(Englisch) zurückgeht. Statt der überflüssig werdenden Fremdsprachen können britische Schüler zunehmend mehr Mathematik und Naturwissenschaften lernen, was ihre Berufschancen gegenüber allen anderen EU-Bürgern erheblich vergrößert. Bis zum Wirksamwerden einer gerechten, also neutralen Sprachgesetzgebung der EU zwingt das Chancengleichheitsprinzip zu einer *Entschädigung* für das Unrecht, das durch die heutige Sprachpraxis 87% der EU-Bürger erleiden.

Es liegt auf der Hand (wird aber tabuiert), dass zwischen den beteiligten *Sprachträgerschaften* problemlos ein *Sprachlastenausgleich* möglich ist. Seine Höhe ist in trivialer Weise zu bestimmen, nämlich durch einen EU-Beschluss, wonach die (bekannten) Kosten für den Unterricht in der EU-Fremdsprache n (einschließlich der Lehrerbildung) in jedem Staat m nicht dieser zu tragen hat, sie vielmehr auf jene EU-Staaten zu verteilen sind, deren Staatssprache n ist. Etwas weniger leicht messbar und kompensierbar ist die Benachteiligung, die dem einzelnen *Lerner* entsteht. Zweifellos ist das Lernen einer Fremdsprache für manchen eine Unterhaltungstätigkeit wie Schachspielen oder das Lösen von Kreuzworträtseln, für verhältnismäßig wenige sogar das bevorzugt gerittene Steckenpferd. Bei den meisten Schülern geht das Fremdsprachenlernen aber auf Kosten *ihrer* Liebhabereien, ist also schlicht *Zwangsarbeit*. Was von beidem bei einem Schüler zutrifft, ist im Einzelfall nicht leichter zu entscheiden als die angemessene Höhe des als Zwangsarbeitsentschädigung beanspruchbaren *Lernlohns*. Jedenfalls ist dieser wie jeder Lohn in der Praxis auch dann zu bezahlen, wenn die Arbeitsleistung mit Freude erbracht wird; andernfalls würde Freude bestraft, also verschwiegen.

Durch Entscheidung für eine einfache Nullsummenspiel-Überlegung wird die angemessene Entschädigung eines unterprivilegierten Schülers berechenbar. Die Teilnahme an *jedem* Pflicht- oder Wahlpflichtunterricht verringert seine für Liebhabereien *verfügbare Freizeit*, begründet also einen Entschädigungsanspruch *pro Unterrichtsstunde*. Der Staat darf und wird als Pflicht- oder Wahlpflichtfach nur vorschreiben, was im Interesse des Staates von jedem bzw. wenigstens von einigen gelernt werden muss. Außerdem sorgt er für ein freiwilliges Zusatzunterrichtsangebot über (im besten Sinne „Luxus"-)Gebiete, für die sich Lerner darüber hinaus interessieren. Die (bekannten) Kosten solche zusätzliche Unterrichtsstunden können diese selbst interessierten Lerner dem Staat ebenso erstatten, wie ihm die Kosten für den Fremdsprachunterricht von den Staaten bezahlt werden, deren Staatssprache unterrichtet wird. Damit die Schüler zusammengerechnet die Summe der individuell verschiedenen Unterrichtsgelder für die „Luxuskurse" bezahlen können, erhalten sie je gleiche Teile dieser Summe als Lernlohn für den Besuch des nichtsprachlichen Pflicht- und Wahlpflichtunterrichts. *Netto* werden sie also nur für die Teilnahme am Fremdsprachunterricht entschädigt, und zwar *mit demselben Stundenlohn wie für die im Staatsinteresse vorgeschriebenen, nichtsprachlichen Pflicht- und Wahlpflichtfächer* - aber vom Ausland. Dort können diese Kosten im Bedarfsfall auf die dortigen Schüler umgelegt und als EU-Sprachsolidaritätszuschlag eingezogen werden. Die Überwindung des heute bestehenden, schreienden Sprachunrechts ist also sowohl für die Gesamtheit aller Staaten der EU, als auch für alle EU-Bürger zusammen *kostenneutral.*

Die Einzelheiten einer solchen Regelung sinnvoll festzulegen, wäre das zu fordernde europäische Sprachparlament befugt und befähigt. Vorab muss es hinsichtlich der bisheri-

gen innereuropäischen Kommunikationsordnung bei allen EU-Bürgern das Unrechtsbewusstsein entwickeln, das erforderlich ist, um Unzufriedenheit mit dem status quo und Verlangen nach seiner Verbesserung zu erzeugen. Die verbesserte Regelung schafft dann zwar wesentlich mehr Gerechtigkeit als die gegenwärtig befolgten Vorschriften, verlangt aber – wie bisher - von den Schülern insgesamt viel mehr Lernzeit, von allen EU-Staaten zusammen viel mehr zu bezahlenden Aufwand für den Fremdsprachunterricht, als eine eurolinguismische Lösung für eine gleich gute EU-Binnenkommunikation erforderlich macht. Nur eine solche kann also *voll und daher langfristig* befriedigen. Ihre Verwirklichung würde aber durch die erörterte (vielleicht zunächst anzustrebende) Übergangslösung beschleunigt, denn sie schmälert Privilegien und erzeugt daher gerade auch bei den bisher Überprivilegierten den Wunsch nach baldigem Übergang zur eurolinguismischen Optimallösung.

Schrifttum

Barandovská, Věra (Hsg., 1993, 1997): *Kybernetische Pädagogik / Klerigkibernetiko.* Bände 6 und 10. Akademia Libroservo durch IfK-Verlag Berlin und Paderborn 1993, 1997)

Barandovská, Věra, & Helmar Frank (1994): *Instrulingvo kaj lernsukceso* . GrKG/H 35(1994)/2, 59 – 71. (Nachdruck in Barandovská, 1997, 791 – 803.)

Frank, Helmar (1975): *Plansprachliche Dokumentation.* Nachrichten für Dokumentation 21, 1975, 17 – 21. (Nachdruck in Barandovská, 1993, 109 – 113.

Frank, Helmar (1996, [2]1999): *Klerigkibernetiko / Bildungskybernetik.* Akademia Libroservo durch KoPäd München 1999. (Nachdruck in Pinter, 1999, 3 – 239.)

Frank, Helmar (2005a): *Eine sprachneutralistische Argumentationskette / Lingvoneŭtraleca argumentadĉeno.* GrKG/H 46 (2005)/1, 90 – 102. (Nachdruck in Selten/Frank, 2005, 14 – 30)

Frank, Helmar (2005b): *Neuerscheinung: Viergliedrige Demokratie kurz gefasst.* GrKG/H 46 (2005)/4, 209 – 211.

Frank, Helmar (2005c): *Eurolinguistik und Eurolinguismus. Über wissenschaftliche und axiologische Vorgaben zu einem geplanten ELo.* GrKG/H 46 (2005)/1, 159 – 177.

Frank, Helmar, & Günter Lobin (1998): *Lingvo-Orientiga Instruado / Sprachorientierungsunterricht.* Akademia Libroservo durch KoPäd München 1998. (Nachdruck in Pinter, 1999, S. 363 – 646.)

Heinrichs, Johannes (2003): *Revolution der Demokratie. Eine Realutopie.* Maas Berlin 2003.

Heinrichs, Johannes (2005): *Demokratiemanifest für die schweigende Mehrheit. Die „Revolution der Demokratie" in Kürze.* Steno Verlag Varna 2005.

Pinter, Ana-Maria (Hsg., 1999): *Kybernetische Pädagogik / Klerigkibernetiko Band 11.* Akademia Libroservo durch KoPäd München

Posner, Roland (2002): *Der polyglotte Dialog.* In: S.Piotrowski & H.Frank (Hsg.), Europas Sprachlosigkeit. Vom blinden Fleck der *European Studies* und seiner eurologischen Behebung. KoPäd München 2002, 186 – 187.

Selten, Reinhard, & Helmar Frank (2005): *Por dulingveco en Eŭropo. Argumentoj kaj dokumentoj. Für Zweisprachigkeit in Europa. Argumente und Dokumente.* IFB-Verlag & Akademia Libroservoe pere de IfK-eldonejo Paderborn 2005.

Verheugen, Günter (2005): *Europa in der Krise. Für eine Neubegründung der europäischen Idee.* Kiepenheuer&Witsch Köln 2005.

Voslamber, Dieterich (2006): *Gedanken zur institutionellen Mehrsprachigkeit.* GrKG/H 47(2006)/1, 20 - 31 (in diesem Heft).

Eingegangen 2006-01-06

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr.Dr.h.c. Helmar G. Frank, Kleinenberger Weg 16, D-33100 Paderborn

Interkompreniĝpotencialo kaj kompensado de lingvo-kostoj – eblaj perspektivoj de eŭropia lingvo-politiko (Resumo)

Por la komunikadproblemo, premanta al la Eŭropa Unio (EU) nuna same kiel al EU eble plivastigota al ia „Eŭropio". la *konstruiva solvo* per taŭge planita, neŭtrala lingvo estus laŭ ĉiu akceptebla kriterio nepre preferinda al la *demokrata solvo*, uzi kiel komnan interkompreniĝlingvon la nacilingvon plej fortan en EU, do la germanan. En la faka mondo ne ekzistas malsamopinio pri tio, sed mankas premgrupo por komprenigi tiun fakton ankaŭ al la politikista klaso aŭ al la plejmulto de la EU-civitanaro. Tial probable la optimuma solvo, do la konstruiva, nur estas atingebla tra ia pli-malpli demokrata, *provizora* interŝtupo. Ĝi devas esti ja realigebla kaj funkcikapabla, sed ne daŭre kontentiga, por ke ĝi ne risku fariĝi „eterna provizoraĵo".

La elekto de la Germana por la rolo de komuna EU-interkompreniĝlingvo estus solvo ja funkcianta sed ne realigebla, ĉar la germanparolantaro konstituas kun apenaŭ 20% nur la *relativan*, ne ankaŭ la absolutan plejmulton de la EU-civitanaro. Ties plejmulta kontraŭo do estus sinteno ne nur racia, sed ankaŭ efika. Kune kun la parolantaroj de la franca, angla kaj itala lingvoj (bildo 1) ja estus atingita en EU la absoluta plejmulto por tiu lingva bazo de interkompreniĝo per funkcianta „poliglota dialogo" en la senco de Roland Posner. Tamen, ne sukcesus ajnaj pedagogiaj klopodoj, havigi al la parolantaroj de la aliaj 19 EU-lingvoj *kaj* la esprimkapablon eĉ nur en *unu* lingvo libere elektebla inter la egale privilegiitaj kvar lingvoj plej fortaj, *kaj* la komprenkapablon de ĉiuj tri aliaj. (La malebligo de la *elekteblo* kontraŭus la racian intereson de la absoluta plejmulto.) Provizora solvo per poliglota dialogo tamen povus funkcii kaj estus apoginda fare de la absoluta plejmulto en EU, se ĉi tiun plejmulton jam konsistigus la parolantaroj de nur *tri* lingvoj.

Tio ne estas malrealisma. Ĉar se oni konsideras kiel fortecon de nacia lingvo en EU ne nur la amplekson de ĝia tiea „*denaska*" parolantaro sed adicias la sumon de la *kompetentecoj*, kiujn atingis la *lernintoj*, tiam la Angla montriĝas en EU almenaŭ samforta kiel la Germana, kaj kune kun la Franca la sumo de iliaj tiel difinitaj „interkompreniĝpotencialoj" akiras jam pli ol la duonon de la „voĉoj" (bildo 3). Por kompensi la maljustan privilegiitecon de la tri plej fortaj parolantaroj ja taŭgus kaj postulendas *sed ne sufiĉus*, ke ili pagu la instruadon de siaj lingvoj en la aliaj EU-landoj. Tio estus kompenso nur de la malegalaj lingvo-*instru*kostoj *ŝtataj*, tute ne de ĉiuj kostoj, kiujn kaŭzas la lingva subprivilegiiteco. Precipe restus nekompensita la lingvo-*lernado*, kiu ŝarĝas la junularojn de la subprivilegiitaj nacioj multe pli ol la privilegiitojn. Racia modelo ebligas kalkuli la justan altecon de la „lernsalajro" morale ŝuldata kompense al tiu *laborperforto kaj perfortitlaboro*. Ĉi tiuj restas necesaj por la eŭropa interkompreniĝo nur dum la racia neŭtrala solvo per eŭropia planlingvo estas ignorata aŭ tabuata de la eŭropiaj popoloj kaj de iliaj regantoj. La hodiaŭa maljusteco de la lingva komunikado en EU estas la prezo por la insisto al lingvo-politika malklereco.

grkg / Humankybernetik
Band 47 Heft 1 (2006)
Akademia Libroservo / IfK

Gedanken zur institutionellen Mehrsprachigkeit

Vorschläge für eine Verbesserung des Sprachenregimes in den Institutionen der Europäischen Union

von Dietrich VOSLAMBER, Freiburg (D)

1. *Notwendigkeit einer gegenwartsbezogenen Sprachpolitik*

Die Verwendung des Wortes „Verbesserung" im Untertitel dieses Beitrags möge dem Leser von vorneherein verdeutlichen, dass es hier nicht um Vorschläge für eine „ideale" Lösung der Sprachenfrage in der Europäischen Union geht, sondern nur um das Ziel, die gröbsten Unzulänglichkeiten im gegenwärtigen Sprachenregime zu beseitigen. Eine ideale Lösung umschlösse die absolute Gleichbehandlung aller Sprachen, der großen wie der kleinen, und scheint deshalb in unerreichbarer Ferne. Wie in früheren Untersuchungen überzeugend dargelegt wurde (vgl. z.B. Frank, 2005) gäbe es für eine neutrale Sprachpolitik im Europa der 25 (und mehr) kaum eine andere Möglichkeit als die verbindliche Einführung einer neutralen Plansprache. Dieser Gedanke aber findet zumindest gegenwärtig weder in der breiten Bevölkerung, noch auf den höheren nationalen und internationalen Entscheidungsebenen die nötige Resonanz.

Angesichts dieser Sachlage erscheint es nicht nur legitim, sondern auch notwendig, neben dem eventuellen Fernziel der „sprachlichen Neutralität" ein Nahziel (das auch als Zwischenziel verstanden werden kann) festzulegen, das weniger utopisch erscheint und als „sprachliche Ausgewogenheit" bezeichnet werden könnte. Dieser Begriff ist zwar weniger scharf definiert als eine absolut zu verstehende Neutralität, dürfte aber in der einen oder anderen Form konsensfähiger und realisierbarer sein (siehe Teile 3 und 4 dieses Beitrags). Auch der Begriff der sprachlichen Neutralität weist ja den bisherigen Ansätzen zufolge (vgl. Frank, 2005, S. 170) noch eine erhebliche Unschärfe auf, ganz abgesehen von dem Manko, dass die Existenzmöglichkeit einer in jeder Hinsicht neutralen Plansprache bisher nicht bewiesen wurde.

In Anbetracht der stetigen Ausweitung und Verfestigung der gegenwärtigen sprachlichen Machtstrukturen, wie etwa der Allgegenwart des Anglo-Amerikanischen in der europäischen – namentlich der deutschsprachigen – Gesellschaft und der Festschreibung des Englischen und Französischen (bei gleichzeitiger Unterdrückung des Deutschen) als Verständigungssprachen in den maßgeblichen internationalen Organisationen (EU, Europarat, UNO ...) erscheint die Verfolgung des Nahziels sprachlicher Ausgewogenheit dringlicher denn je. Es sollte als zumindest gleichrangig mit dem Fernziel der Neutralität eingestuft werden, denn je mehr sich die augenblicklichen Machtverhältnisse verkrusten, desto schwieriger wird es sein, sie später wieder aufzuweichen.

Auch scheint es äußerst unwahrscheinlich, dass eine neutrale Sprachpolitik zu einer Entprivilegierung der bislang begünstigten Sprechergruppen führen würde. Sprache

wurde schon immer als politisches, wirtschaftliches und kulturelles Machtmittel eingesetzt, weniger von Deutschland zwar, dafür um so mehr von den Nationen, deren Sprachen heute das Gemeinschaftsgeschehen in der EU beherrschen. Es wäre naiv anzunehmen, dass diese Nationen bereit wären, sich auf ihre nationalen Bereiche zurückzuziehen und auf ihre bisherigen Einflusssphären zu verzichten. Selbst wenn die betreffenden Staaten es unter dem Druck der Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten zuließen, dass eine Plansprache zur offiziellen Verständigungssprache in den EU-Organen erklärt wird, so würden sie doch ihre Machtstellung zumindest in all den Domänen (Wirtschaft, Wissenschaft, Kultur, ...) zu bewahren trachten, die von den Entscheidungen der EU-Zentralen nicht berührt werden. Aber selbst in den EU-Institutionen würden die dort verankerten Sprachen wohl kaum verschwinden, sondern neben einer neuen Plansprache weiterbestehen. Es ist also davon auszugehen, dass selbst im Falle einer von der EU offiziell betriebenen neutralen Sprachpolitik die traditionellen Kultursprachen in vielen Bereichen zueinander in Konkurrenz bleiben und der Wettstreit um einen möglichst hohen Platz in der Rangfolge der Sprachen fortdauert. Auch dies ist ein Grund, dem Nahziel einer sprachlichen Ausgewogenheit besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

2. *Sprachenpraxis in den Institutionen der Europäischen Union*

Laut der heute gültigen Fassung der Sprachenverordnung Nr.1 des Ministerrates aus dem Jahre 1958 (Amtsblatt der EWG, 1958, 1972, 1979, 1985, 1994, 2003) wären theoretisch alle Amtssprachen der Union auch Arbeitssprachen. Diese Bestimmung wurde jedoch dadurch relativiert, dass in der gleichen Verordnung den einzelnen Institutionen der Union eine Autonomie in der internen sprachlichen Organisation zugestanden wurde. Im Zuge der verschiedenen Erweiterungen der EG (heute EU) von ursprünglich 6 auf derzeit 25 Mitgliedstaaten führte dies zu einer starken Verringerung der tatsächlich benutzten Arbeitssprachen. In den Gremien und Verwaltungseinrichtungen der EU werden gegenwärtig fast ausschließlich Englisch (mit steigender Tendenz) und Französisch (früher vorherrschend, jetzt mit abnehmender Tendenz) verwendet. Deutsch, als dritte Arbeitssprache oft erwähnt, folgt in Wirklichkeit weit abgeschlagen hinter den beiden anderen. Dabei beschränkt sich die Vorzugsstellung von Englisch und Französisch keineswegs auf die internen Arbeitsvorgänge, sondern wird bedenkenlos auch in der Außenkommunikation mit der europäischen Bevölkerung zur Geltung gebracht.

Dieser Sachverhalt erscheint aus mehreren Gründen unbefriedigend:

a) Deutsch hat in der EU den mit Abstand höchsten Anteil an Muttersprachlern (ca. 20% der EU-Bevölkerung) und nimmt selbst als Fremdsprache nach Englisch die zweite Stelle ein. Es müsste somit als Arbeitssprache in den EU-Institutionen eine wesentliche Rolle spielen.
b) Als Sprache mit dem zweitgrößten Verständigungspotential innerhalb der EU (vgl. Frank, 2006) dürfte Deutsch zumindest bei der Außenkommunikation der EU-Institutionen mit den Unionsbürgern nicht hinter Französisch zurückstehen.
c) Die anglofonen und frankofonen Bediensteten benötigen bei ihrer Arbeit in der Regel nur die Kenntnis einer Fremdsprache, während allen anderen Bediensteten im täglichen Arbeitsablauf die Kenntnis zweier Fremdsprachen abverlangt wird.

Gerechterweise müsste die Zahl der benötigten Fremdsprachen jedoch für alle Bediensteten gleich sein.

Eine ausgewogene Lösung der Sprachenfrage, die zumindest nicht mehr mit den drei erwähnten Nachteilen behaftet ist, könnte in der Verwendung einer begrenzten Zahl von Arbeitssprachen bestehen, die entsprechend ihrer zahlenmäßigen Verbreitung in der EU auszuwählen wären. Aus Gründen der Praktikabilität (siehe Teil 4 dieses Beitrags) wäre u. U. zuzulassen, dass nicht bei jedem Arbeitvorgang alle Arbeitssprachen gleichzeitig und insgesamt auch nicht gleich häufig benutzt werden, sondern dass die Anwendung der zahlenmäßig kleineren Sprachen beispielsweise auf bestimmte Sachgebiete beschränkt wird. Unabdingbar scheint jedoch, dass alle Mitarbeiter hinsichtlich der von ihnen geforderten Fremdsprachenkenntnisse gleichbehandelt werden. Die Zahl der zu beherrschenden Fremdsprachen muss für jeden Bediensteten dieselbe sein, unabhängig davon, ob seine Muttersprache zu den Arbeitssprachen gehört oder nicht.

Bei der Bestimmung der Zahl der Arbeitssprachen stellt sich sowohl die Kostenfrage wie auch die Frage, ab welcher Zahl ein Mehrsprachensystem an die Grenzen der Machbarkeit stößt. Während die Kosten sich auch bei einer größeren Zahl von Sprachen in einem tragbaren Rahmen halten dürften (für die augenblicklichen Übersetzungsdienste der Union liegen sie jährlich unter 3 Euro pro EU-Einwohner), stellt die Machbarkeit – wie im folgenden anhand von statistischen Modellrechnungen gezeigt wird – eine ernste Herausforderung dar.

3. *Statistische Modellrechungen für die Kommunikation in mehrsprachigen Einrichtungen*

In einer mehrsprachigen Einrichtung, wie beispielsweise in einer Institution der EU, ist eine vollständige und unmittelbare Kommunikation nur möglich, wenn das gesamte Personal mindesten eine gemeinsame Verständigungssprache beherrscht. Ist dies nicht der Fall, so treten interne Sprachhürden auf, die nur mit der Hilfe von Dolmetschern und Übersetzern überbrückt werden können. Bei einer hierarchisch geordneten Einrichtung gilt dies sowohl für die vertikale wie auch für die horizontale Kommunikation.

Die Häufigkeit der Sprachhürden hängt im wesentlichen von drei Faktoren ab, nämlich

a) von der Anzahl der zugelassenen Arbeitssprachen,
b) von der Anzahl der von den einzelnen Mitarbeitern beherrschten Arbeitssprachen,
c) von der Häufigkeitsverteilung der von den Mitarbeitern beherrschten Sprachenkombinationen.

Bei einer großen Belegschaft lassen sich zu der Häufigkeit auftretender Sprachhürden bzw. – anders herum – zu der Häufigkeit unbehinderter Verständigungsvorgänge statistische Aussagen machen. Dies wird im folgenden anhand von Modellrechnungen erläutert, die trotz einer Reihe vereinfachender Annahmen auch für real existierende Einrichtungen, wie etwa die EU-Institutionen, aufschlussreich sein dürften.

Wir betrachten eine Modell-Einrichtung, in der die N Arbeitssprachen S_1, S_2, ... S_N (mit $N \geq 3$) zugelassen sind, und in der jeder Mitarbeiter genau zwei (und nicht mehr) dieser Sprachen als *Fremdsprachen* beherrscht. Wir bezeichnen als „Dreisprachler" diejenigen Mitarbeiter, deren Muttersprache zu den Arbeitssprachen gehört (die also drei

Arbeitssprachen beherrschen.) und als „Zweisprachler“ diejenigen Mitarbeiter, für die dies nicht der Fall ist. Die verschiedenen Fremdsprachenkombinationen (S_m ,S_n) seien unter den Zweisprachlern jeweils mit der relativen Häufigkeit p_{mn} vertreten, unter den Dreisprachlern der Muttersprache S_k mit der relativen Häufigkeit p^k_{mn}. Im folgenden soll untersucht werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine beliebig zusammengesetzte Gruppe von M Mitarbeitern unter diesen Gegebenheiten uneingeschränkt (d. h. ohne Übersetzung und Dolmetschung) kommunizieren kann.

Vollständige Kommunikation innerhalb einer solchen Gruppe ist dann möglich, wenn die Schnittmenge der von den Gruppenmitgliedern beherrschten Sprachen nicht leer ist. Das bedeutet im vorliegenden Falle, dass sie entweder eine, oder zwei, oder drei Arbeitssprachen enthält. Die Gesamtzahl der Realisierungsmöglichkeiten für alle diese Fälle ist

$$N_R = N + \binom{N}{2} + \binom{N}{3}. \qquad (1)$$

Der erste Term (N) ist gleich der Anzahl aller möglichen Fälle, in denen die Schnittmenge nur eine Sprache (S_n) enthält. Entsprechend geben die Binomialkoeffizienten im zweiten und dritten Term jeweils die Anzahl der möglichen Fälle, in denen die Schnittmenge zwei (S_m, S_n) bzw. drei (S_k, S_m, S_n) Sprachen enthält.

Die Wahrscheinlichkeit $W(M)$ dafür, dass eine Gruppe von M Mitarbeitern über eine nicht-leere Sprachen-Schnittmenge verfügt, ist gleich der Summe aller Wahrscheinlichkeiten für die Realisierungen der einzelnen Fälle (S_n), (S_m, S_n) und (S_k, S_m, S_n). Bezeichnen wir diese Wahrscheinlichkeiten mit w^M_n, w^M_{mn} und w^M_{kmn}, so gilt also

$$W(M) = \sum_{n=1}^{N} w^M_n + \sum_{m=1}^{N-1} \sum_{n=m+1}^{N} w^M_{mn} + \sum_{k=1}^{N-2} \sum_{m=k+1}^{N-1} \sum_{n=m+1}^{N} w^M_{kmn}. \qquad (2)$$

Die Werte von w^M_n, w^M_{mn} und w^M_{kmn} lassen sich rekursiv ermitteln, indem die Zahl M, ausgehend von $M = 1$, schrittweise um jeweils 1 erhöht wird. Für $M = 1$ (d. h. für eine aus nur einer Person bestehende „Gruppe“) gilt:

$$w^1_n = 0, \quad w^1_{nm} = p_{mn}, \quad w^1_{kmn} = p^k_{mn} + p^m_{kn} + p^n_{km} \quad \text{und} \quad W(1) = 1. \qquad (3)$$

Die erste dieser Gleichungen drückt aus, dass es niemanden in der Belegschaft gibt, der nur eine Arbeitssprache beherrscht. Die zweite Gleichung gibt an, dass die betreffende Person mit der Wahrscheinlichkeit p_{mn} ein Zweisprachler mit der Sprachenkombination (S_m ,S_n) ist. Die dritte Gleichung liefert die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Person ein Dreisprachler mit der Kombination (S_k, S_m, S_n) ist, wobei es sich entweder bei S_k oder bei S_m oder bei S_n um die Muttersprache handelt. Die letzte Gleichung (Summe aller Wahrscheinlichkeiten gleich 1) sagt aus, dass mit Sicherheit einer dieser Fälle eintritt.

Nehmen wir an, die Werte von w_n^M, w_{mn}^M und w_{kmn}^M für eine Gruppe mit gegebener Mitgliederzahl M seien bekannt. Dann ergeben sich die entsprechenden Werte für $M + 1$ (Vergrößerung der Gruppe um ein weiteres Mitglied) aus der Betrachtung der folgenden Fälle:

(A) *Die neue Gruppe hat nur die eine gemeinsame Sprache* S_n.

(A.1) War dies schon in der alten Gruppe der Fall, so ist die hierdurch bedingte Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von nur S_n auch in der neuen Gruppe

$$p(n \leftarrow n) = \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq n}}^{N} p_{mn} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^{N} \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq k,n}}^{N} p_{mn}^{k} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^{N-1} \sum_{\substack{m=k+1 \\ m \neq n}}^{N} p_{km}^{n} . \tag{4}$$

Die drei Wahrscheinlichkeitssummen in diesem Ausdruck entsprechen den drei Möglichkeiten, dass das neue Gruppenmitglied ein Zweisprachler mit u. a. der Fremdsprache S_n, ein Dreisprachler mit u. a. der Fremdsprache S_n oder ein Dreisprachler mit der Muttersprache S_n ist.

(A.2) Hatte die alte Gruppe die Schnittmenge (S_m ,S_n), so ergibt sich für das Vorhandensein von nur S_n in der neuen Gruppe die Wahrscheinlichkeit

$$p(n \leftarrow m,n) = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m,n}}^{N} p_{jn} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m,n}}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{jn}^{k} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m,n}}^{N-1} \sum_{\substack{k=j+1 \\ k \neq m,n}}^{N} p_{jk}^{n} . \tag{5}$$

Dieser Ausdruck unterscheidet sich von (4) nur durch die Herausnahme aller Terme mit einem Index m. Es gilt trivialerweise $p(n \leftarrow m,n) = p(n \leftarrow n,m)$. Auf selbstverständliche Symmetrien dieser Art wird in der Folge nicht mehr gesondert hingewiesen.

(A.3) Hatte die alte Gruppe die Schnittmenge (S_k, S_m ,S_n), so ergibt sich entsprechend

$$p(n \leftarrow k,m,n) = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{jn} + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k,m,n}}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i,k,m,n}}^{N} p_{jn}^{i} + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k,m,n}}^{N} \sum_{\substack{j=i+1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{ij}^{n} . \tag{6}$$

Für den Sonderfall $N = 3$ wird dieser Ausdruck gleich Null.

Die Gesamtwahrscheinlichkeit für die Verfügbarkeit von nur S_n in der neuen Gruppe ergibt sich durch Gewichtung und Aufsummierung aller Einzelwahrscheinlichkeiten:

$$w_n^{M+1} = w_n^M p(n \leftarrow n) + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq n}}^{N} w_{mn}^M p(n \leftarrow m,n) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^{N-1} \sum_{\substack{m=k+1 \\ m \neq n}}^{N} w_{kmn}^M p(n \leftarrow k,m,n) . \tag{7}$$

(B) *Die neue Gruppe hat die zwei gemeinsamen Sprachen* (S_m, S_n).

Aus Überlegungen, die zu denen unter (A) analog sind, ergibt sich für diesen Fall die Wahrscheinlichkeit

$$w_{mn}^{M+1} = w_{mn}^M p(m,n \leftarrow m,n) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m,n}}^{N} w_{kmn}^M p(m,n \leftarrow k,m,n) , \tag{8}$$

wo

$$p(m,n \leftarrow m,n) = p_{mn} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m,n}}^{N} p_{mn}^{j} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m,n}}^{N} p_{jn}^{m} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m,n}}^{N} p_{jm}^{n}, \tag{9}$$

$$p(m,n \leftarrow k,m,n) = p_{mn} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{mn}^{j} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{jn}^{m} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k,m,n}}^{N} p_{jm}^{n}. \tag{10}$$

(C) *Die neue Gruppe hat die drei gemeinsamen Sprachen* (S_k S_m, S_n).
In diesem Fall hatte die alte Gruppe die gleichen gemeinsamen Sprachen. Es gilt

$$w_{kmn}^{M+1} = w_{kmn}^{M} p(k,m,n \leftarrow k,m,n) \tag{11}$$

mit

$$p(k,m,n \leftarrow k,m,n) = p_{mn}^{k} + p_{kn}^{m} + p_{km}^{n}. \tag{12}$$

Die Gesamtheit der Gleichungen (7), (8) und (11) wird zweckmäßig als eine N_R-dimensionale Matrixgleichung geschrieben. Dazu werden die Wahrscheinlichkeiten w_n^M, w_{mn}^M und w_{kmn}^M zu dem N_R-dimensionalen Wahrscheinlichkeitsvektor

$$\overline{w}^{M} = (w_1^M, w_2^M, \ldots w_N^M,\ w_{12}^M, w_{13}^M, \ldots w_{N-1,N}^M, w_{123}^M, w_{124}^M, \ldots w_{N-2,N-1,N}^M) \tag{13}$$

und die Übergangswahrscheinlichkeiten $p(n \leftarrow n)$, $p(n \leftarrow m,n)$, ..., $p(k,m,n \leftarrow k,m,n)$ (siehe die Gln. (4)-(6), (9), (10), (12)) zu der N_R-reihigen quadratischen Transformationsmatrix

$$\overline{\overline{T}} = \begin{pmatrix} \{p(n \leftarrow n)\} & \{p(n \leftarrow m,n)\} & \{p(n \leftarrow k,m,n)\} \\ \{0\} & \{p(m,n \leftarrow m,n)\} & \{p(m,n \leftarrow k,m,n)\} \\ \{0\} & \{0\} & \{p(k,m,n \leftarrow k,m,n)\} \end{pmatrix} \tag{14}$$

zusammengefasst. Hier bedeuten $\{p(n \leftarrow n)\}$, ..., $\{p(k,m,n \leftarrow k,m,n)\}$ Matrixblöcke, in denen die Indizes k, m, n alle Werte von 1 bis N durchlaufen, ausgenommen solche, die zu gleichen Indizes innerhalb eines Indexpaares (m, n) oder Indextripels (k, m, n) führen. Die Abzählung der Indexkombinationen (n), (m, n), (k, m, n) in (13) und (14) erfolgt nach folgendem Muster:

Abzählindex	1	2	...	N	N+1	N+2	...	$N+\binom{N}{2}$	$N+\binom{N}{2}+1$	$N+\binom{N}{2}+2$
Kombination	(1)	(2)	...	(N)	(1,2)	(1,3)	...	(N-1, N)	(1, 2, 3)	(1, 2, 4)

Abzählindex	...	$N+\binom{N}{2}+N-2$	$N+\binom{N}{2}+N-1$	...	$N+\binom{N}{2}+2N-5$	....	$N+\binom{N}{2}+\binom{N}{3}$
Kombination	...	(1, 2, N)	(1, 3, 4)	...	(1, 3, N)	....	(N-2, N-1, N)

Alle Matrixelemente T_{ik}, deren Zeilenindex i einer Sprachenkombination entspricht, die nicht in der Sprachenkombination des Spaltenindexes k enthalten ist, sind gleich Null. (Dies bedeutet, dass zu der Sprachen-Schnittmenge bei Vergrößerung der Gruppe keine neue Sprache hinzukommen kann.)

Die Transformation von $\overline{w}^M$ nach $\overline{w}^{M+1}$ lässt sich nun einfach schreiben als

$$\overline{w}^{M+1} = \overline{\overline{T}} \cdot \overline{w}^M . \tag{15}$$

Durch rekursive Anwendung dieser Gleichung für $M = 1, 2, 3, ...$ergibt sich daraus

$$\overline{w}^M = \left(\overline{\overline{T}}\right)^{M-1} \cdot \overline{w}^1 \tag{16}$$

und, durch Aufsummierung aller Komponenten dieses Vektors gemäß Gl. (2), das gesuchte Ergebnis für die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gruppe von M Personen über mindestens eine gemeinsame Sprache verfügt:

$$W(M) = \sum_{i=1}^{N_R} \left[\left(\overline{\overline{T}}\right)^{M-1} \cdot \overline{w}^1 \right]_i . \tag{17}$$

Veranschaulichung für den Fall von drei Arbeitssprachen

Für den einfachen Sonderfall, dass nur drei Arbeitssprachen S_1, S_2, S_3 zugelassen sind, lässt sich der hier vorgestellte Formalismus in leichtfasslicher Weise veranschaulichen. Unter der zusätzlichen Annahme, dass keine der drei Arbeitssprachen bevorzugt wird, d. h. dass die drei Sprachenpaare (S_1, S_2), (S_1, S_3), (S_2, S_3) als Fremdsprachen sowohl bei den Zweisprachlern wie auch bei den Dreisprachlern mit gleicher Häufigkeit auftreten, wird in Gl. (3)

$$p_{mn} = (1-p)/3, \quad p_{mn}^k + p_{kn}^m + p_{km}^n = p, \tag{18}$$

wo p die relative Häufigkeit der Gesamtheit der Dreisprachler bezeichnet. Der Wahrscheinlichkeitsvektor für $M = 1$ wird somit gemäß Gln. (3) und (13)

$$\overline{w}^1 = (0,\ 0,\ 0,\ (1-p)/3,\ (1-p)/3,\ (1-p)/3,\ p). \tag{19}$$

Für die nicht verschwindenden Matrixelemente von $\overline{\overline{T}}$ ergeben die Gln. (4) - (6), (9), (10) und (12) die folgenden Ausdrücke:

$$\begin{aligned} &p(n \leftarrow n) = (2+p)/3, \\ &p(n \leftarrow m,n) = (1-p)/3, \\ &p(n \leftarrow k,m,n) = 0, \\ &p(m,n \leftarrow m,n) = (1+2p)/3, \\ &p(m,n \leftarrow k,m,n) = (1-p)/3, \\ &p(k,m,n \leftarrow k,m,n) = p. \end{aligned} \tag{20}$$

Damit wird die Transformationsmatrix

$$\bar{\bar{T}} = \begin{bmatrix} (2+p)/3 & 0 & 0 & (1-p)/3 & (1-p)/3 & 0 & 0 \\ 0 & (2+p)/3 & 0 & (1-p)/3 & 0 & (1-p)/3 & 0 \\ 0 & 0 & (2+p)/3 & 0 & (1-p)/3 & (1-p)/3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (1+2p)/3 & 0 & 0 & (1-p)/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1+2p)/3 & 0 & (1-p)/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (1+2p)/3 & (1-p)/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p \end{bmatrix} \quad (21)$$

Mit den Ergebnissen (19) und (21) lässt sich Gl. (17) für beliebige M auswerten. Für $M = 1, 2, 3, 4, 5$ beispielsweise erhält man

$$\begin{aligned} W(1) &= W(2) = 1, \\ W(3) &= \frac{1}{9}(7 + 6p - 6p^2 + 2p^3), \\ W(4) &= \frac{1}{9}(5 + 8p - 8p^3 + 4p^4), \\ W(5) &= \frac{1}{81}(31 + 70p + 40p^2 - 40p^3 - 70p^4 + 50p^5). \end{aligned} \quad (22)$$

Alle $W(M)$ mit $M > 2$ sind Polynome vom Grade M in p, die im Intervall $0 \le p \le 1$ von einem Wert < 1 monoton auf 1 anwachsen. Einige Sonderfälle dieser Ergebnisse lassen sich durch einfache Überlegung nachprüfen:

Dass nicht nur $W(1)$, sondern auch $W(2) = 1$ ist, folgt aus der Tatsache, dass je zwei Sprachpaaren aus einer Gesamtheit von drei Sprachen immer eine gemeinsam ist.

Für $p = 1$ (nur Dreisprachler) werden, wie oben festgestellt, alle $W(M) = 1$. Dieses Ergebnis ist trivial, da dann sämtliche Mitarbeiter alle drei Arbeitssprachen beherrschen.

Für $p = 0$ (nur Zweisprachler) und $M > 2$ ist $W(M) < 1$ und sinkt mit wachsendem M. Auch dies ist trivial, denn die Wahrscheinlichkeit mindestens einer gemeinsamen Sprache sinkt mit wachsender Gruppengröße. Das Ergebnis $W(3) = 7/9$ für $p = 0$ lässt sich durch folgende Überlegung bestätigen: Damit drei Zweisprachler über keine gemeinsame Sprache verfügen, müssen ihre drei Sprachenpaare alle voneinander verschieden sein. Das zweite Paar ist vom ersten mit der Wahrscheinlichkeit 2/3 verschieden (zwei von drei Möglichkeiten), das dritte von den beiden anderen mit der Wahrscheinlichkeit 1/3 (nur noch eine von drei Möglichkeiten). Somit ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle drei Paare verschieden sind (Sprachen-Schnittmenge leer) $(2/3)\cdot(1/3) = 2/9$ und die Wahrscheinlichkeit des Gegenteils (Sprachen-Schnittmenge nicht leer) $1 - 2/9 = 7/9$.

4. *Numerische Anwendung auf Einrichtungen mit 3, 4, 5, 6 Arbeitssprachen*

Für konkrete Anwendungen, etwa bei Modellvorschlägen für eine EU-Institution, bietet es sich an, die relativen Häufigkeiten der Dreisprachler gleich den Werten zu setzen,

die sie gemäß ihren Sprecherzahlen in der Bevölkerung haben. Laut einer statistischen Erhebung der Europäischen Kommission (Eurobarometer, 2005) sind in der erweiterten EU die sechs weitest verbreiteten Muttersprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch und Polnisch in dieser Reihenfolge jeweils mit 18%, 13%, 12%, 13%, 9%, 9% der EU-Bevölkerung vertreten. Unter der vereinfachenden Annahme, dass alle Fremdsprachenpaare (S_m, S_n) sowohl bei den Dreisprachlern wie auch bei den Zweisprachlern gleichverteilt sind, erhält man

$$p_{mn}^{k} = \frac{p^{k}}{\binom{N-1}{2}}, \qquad p_{mn} = \frac{1-\sum_{k=1}^{N} p^{k}}{\binom{N}{2}} \tag{23}$$

mit

$$p^1 = 0{,}18, \quad p^2 = 0{,}13, \quad p^3 = 0{,}12, \quad p^4 = 0{,}13, \quad p^5 = 0{,}09, \quad p^6 = 0{,}09. \tag{24}$$

Mittels dieser Werte sind sowohl die Komponenten des Wahrscheinlichkeitsvektors $\overline{w}^{1}$ (siehe Gln. (3) und (13)) wie auch die Elemente der Transformationsmatrix $\overline{\overline{T}}$ (siehe Gln. (4)-(6), (9), (10), (12) und (14)) festgelegt. Setzt man sie in Gl. (17) ein, so erhält man die gesuchte Wahrscheinlichkeit $W(M)$ für $N = 3, 4, 5, 6$ und beliebige M. Für Gruppenstärken bis zu $M = 6$ sind die Ergebnisse in Bild 1 veranschaulicht. Die Vertikale bei $M = 4$ hebt die hierarchische Verständigungssituation etwa in einer Generaldirektion der EU-Kommission hervor. Bezogen auf die Kommunikation mit den Vorgesetzten geben die Kurven beispielsweise an, mit welcher Wahrscheinlichkeit – bei geeigneter Wahl der Sprache – das Arbeitsdokument eines Referenten ($M = 1$) zunächst von seinem Referatsleiter ($M = 2$), dann von seinem Direktor ($M = 3$) und schließlich vom Generaldirektor ($M = 4$) ohne Übersetzung gelesen werden kann.

Bei der Wertung der hier vorgestellten Ergebnisse ist zu beachten, dass diese wesentlich von den in den Gln. (23) und (24) gemachten Voraussetzungen abhängen. Wie in Teil 2 dieses Beitrags bereits dargelegt wurde, sind diese Voraussetzungen in den EU-Einrichtungen derzeit nicht einmal näherungsweise erfüllt. So gilt für das in offiziellen Verlautbarungen oft erwähnte Arbeitssprachentripel Englisch-Französisch-Deutsch keine der beiden Gln. (23): Weder sind die Häufigkeiten p_{mn}^{k} der drei Dreisprachler-Gruppen proportional zu den jeweiligen Muttersprachleranteilen p^{k} unter den EU-Bediensteten (dies gilt i. w. nur für Deutsche und Österreicher), noch haben die Anteile p_{mn} der drei Fremdsprachenpaare EN-FR, EN-DE, FR-DE auch nur annähernd gleiche Werte. Diese sind vielmehr durch das starke Übergewicht des Fremdsprachenpaares EN-FR bestimmt. Auch entsprechen die Muttersprachleranteile nicht, wie in den Gln. (24) angenommen, den relativen Anteilen dieser Sprechergruppen in der EU-Bevölkerung. Gerade die deutschsprachigen EU-Bediensteten sind in dieser Hinsicht merklich unterrepräsentiert, d. h. p^{1} liegt deutlich unter dem in (24) angenommenen Wert von 0,18.

Bild 1: Wahrscheinlichkeiten möglicher Kommunikation für verschiedene Anzahlen von Arbeitssprachen (N = 3, 4, 5, 6) als Funktion der Gruppenstärke M

4.1 *Drei Arbeitssprachen*

Geht man davon aus, dass die erwähnten Mängel durch geeignete politische Maßnahmen behoben werden können (das Übergewicht von EN-FR z. B. könnte im Rahmen der Kommissionssprachkurse abgebaut werden), so zeigen die hier durchgeführten Modellrechnungen für den Fall $N = 3$ (oberste Kurve, gleichrangige Arbeitssprachen: Deutsch, Englisch, Französisch), dass ein ausgewogenes, auf diesen drei Arbeitssprachen beruhendes Sprachenregime ohne größeren Aufwand durchführbar ist. Die Wahrscheinlichkeiten möglicher Kommunikation für die verschiedenen Gruppenstärken sind $W(1) = W(2) = 1$, $W(3) = 0{,}96$, $W(4) = 0{,}88$, $W(5) = 0{,}79$, $W(6) = 0{,}68$. Die Tatsache, dass nicht nur $W(1)$, sondern auch $W(2) = 1$ ist, bedeutet, dass jedes Mitglied der Institution mit jedem (jeder) seiner Kolleg(inn)en im Zweiergespräch ohne Dolmetscher kommunizieren kann. Das Arbeitsdokument eines Referenten kann – bei geeigneter (d. h. der Hierarchie optimal angepasster) Wahl der Sprache – von seinem Referatsleiter in allen Fällen, vom Direktor in 96% aller Fälle und vom Generaldirektor noch in 88% aller Fälle gelesen werden. Der nur 12% betragende Restanteil an notwendiger Übersetzungsarbeit könnte u. U. dadurch weiter vermindert werden, dass bei der Besetzung bestimmter Stellen auch die Kenntnis bestimmter Sprachen vorausgesetzt wird. Dieser Restanteil konzentriert sich zudem wesentlich auf die höchste Ebene einer General-

direktion, in der Arbeitspapiere oft schon ihre Endfassung angenommen haben. Für Dokumente, die in ihrer endgültigen Form ohnehin in weitere Sprachen oder sogar alle Amtssprachen der Union übersetzt werden müssen, entstünde somit kein zusätzlicher Arbeitsaufwand.

Bei der horizontalen Kommunikation in kleineren Gruppen würde in verhältnismäßig wenigen Fällen (bei einer Vierergruppe in 12% der Fälle) Dolmetschung benötigt, bei Besprechungen mit zahlreichen Teilnehmern allerdings fast immer. Schon bei acht Teilnehmern ($W(8) = 0{,}49$, in Bild 1 nicht dargestellt) träfe dies auf ungefähr die Hälfte aller Fälle zu. Andererseits wäre auch in solchen Fällen der Aufwand verhältnismäßig gering, da Dolmetschung (und ggf. Übersetzung) ja immer nur zwischen zwei der drei Arbeitssprachen erforderlich wäre.

4.2 *Vier Arbeitssprachen*

Bei $N = 4$ (zweite Kurve von oben, gleichrangige Arbeitssprachen: Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch) sind $W(1) = 1$, $W(2) = 0{,}97$, $W(3) = 0{,}79$, $W(4) = 0{,}58$, $W(5) = 0{,}40$, $W(6) = 0{,}26$. Während die Kommunikation für Zweiergruppen nahezu so unproblematisch ist wie im Fall $N = 3$ und auch für Dreiergruppen noch in 79% aller Fälle gewährleistet ist, sinkt die Verständigungsmöglichkeit für Vierergruppen auf 58%. Die vertikale Kommunikation in einer Generaldirektion beispielsweise wäre also in 42% aller Fälle nicht mehr ohne Übersetzung bzw. Dolmetschung möglich. Bei Versammlungen mit zahlreichen Teilnehmern wäre Dolmetschung zwischen drei der vier Arbeitssprachen erforderlich, da andernfalls jeweils eine der sechs Zweierkombinationen unberücksichtigt bliebe. Die gleichrangige Verwendung von vier Arbeitssprachen würde also unter den bisher gemachten Voraussetzungen einen erheblichen Aufwand an Übersetzung und Dolmetschung nach sich ziehen. Dieser Aufwand ließe sich nur vermeiden, wenn von den Bediensteten die Kenntnis von drei (statt zwei) der vier Arbeitssprachen als Fremdsprachen gefordert würde. Inwieweit bereits die passive Kenntnis einer dieser Sprachen ausreichen würde, müsste durch weitere Modelluntersuchungen geklärt werden.

4.3 *Fünf oder sechs Arbeitssprachen*

Für $N = 5$ und $N = 6$ (Hinzunahme von Spanisch *oder* Polnisch, bzw. Spanisch *und* Polnisch als gleichrangige Arbeitssprachen) wäre, wie die beiden unteren Kurven in Bild 1 verdeutlichen, bereits bei kleinen Gruppen in vielen Fällen Dolmetschung bzw. Übersetzung erforderlich, bei großen Teilnehmerzahlen zwischen vier der fünf bzw. sechs Arbeitssprachen. Auch die vertikale Kommunikation würde einen außerordentlich hohen Übersetzungs- und Dolmetschaufwand erfordern. Zu vermeiden wären diese Schwierigkeiten nur, wenn weit höhere und vermutlich unzumutbare Anforderungen an die Fremdsprachenkenntnisse der Bediensteten gestellt würden. Ein Sprachenregime mit fünf oder sechs gleichrangigen Arbeitssprachen wird also mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu verwirklichen sein.

Denkbar wäre allerdings eine Lösung, bei der auf die völlige Gleichstellung der 5 bzw. 6 Arbeitssprachen verzichtet und stattdessen eine eingeschränkte Verwendung einiger dieser Sprachen in Kauf genommen wird. Neben einem Kern von drei „Hauptsprachen“ (DE, EN, FR) könnten die drei weiteren (IT, ES, PL) jeweils fallweise (abhängig z. B. vom behandelten Sachgebiet) zur Geltung kommen. Ein solches Sprachenregime würde wesentlich begünstigt, wenn von den Bediensteten die zumindest passive Kenntnis einer weiteren Fremdsprache verlangt würde. Wären beispielsweise die zwei vollständig (d. h. aktiv und passiv) zu beherrschenden Fremdsprachen unter den Kernsprachen DE, EN, FR, die passiv zu beherrschende Fremdsprache aber unter allen sechs Sprachen DE, EN, FR, IT, ES, PL auszuwählen, so erführen die drei Sprachen IT, ES, PL eine deutliche Aufwertung alleine aufgrund der Tatsache, dass die Dreisprachler (gemäß ihrer Definition in Teil 3) ihre zusätzliche passive Fremdsprache ja unter diesen drei Sprachen auswählen müssten. Um Lösungen dieser Art im einzelnen erörtern zu können, bedarf es allerdings weiterer Modelluntersuchungen, die in einer künftigen Veröffentlichung vorgestellt werden sollen.

Schrifttum

Amtsblatt der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (ABl.) Nr. 17 vom 6. 10. 1958, S. 385, ergänzt durch: ABl. L 73/ 122 (1972), ABl. L 291/113 (1979), ABl. L 302/242 (1985), ABl. C 241/285 (1994), ABl. L 236/791 (2003)

Eurobarometer-Umfrage der Europäischen Kommission (2005) http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_237.en.pdf

Frank, H. (2005): Eurolinguistik und Eurolinguismus. GrKG/H 46(4), 2005, 159-177

Frank, H. (2006): Verständigungspotential und Sprachlastenausgleich – mögliche Perspektiven einer europischen Sprachpolitik. GrKG/H 47 (2006, im gegenwärtigen Heft)

Anschrift des Verfassers: Dr. Dietrich Voslamber, Sebastian-Kneipp-Str. 14a, D-79104 Freiburg

Considerations on institutional multilinguism (Abstract)

It is argued that claiming the official establishment of a neutral planned language may not be sufficient to remedy the present linguistic inadequacies in the European Union. There is an urgent need for concrete measures aiming at eliminating at least the worst among the various linguistic injustices. In the institutions of the EU, this might be achieved by a language regime that is based on a restricted number of working languages chosen in accordance with their demographic weights. The feasibility of such a regime is supported by statistical model calculations which have been performed to explore the probability of possible communication (without translation and interpretation) for various numbers of working languages and different communicational situations.

grkg / Humankybernetik
Band 47 Heft 1 (2006)
Akademia Libroservo / IfK

Perdo de informacio pro restrikto de mezurskalo

de Zdeněk PŮLPÁN, Universitato Hradec Králové (CZ)

Enkonduko

Por akiri informon pri esplorata populacio ni uzas diversajn rimedojn (ekzemple testojn) kaj la variablojn ni mezuras sur diversaj skaloj. Datenojn el la primara metrika skalo ni poste kutime transformas al unueca oficiala skalo, ekzemple kun tri, kvar aŭ kvin ŝtupoj (niveloj). Dum tio kompreneble okazas certa perdo de informacio. Nia kontribuo klopodas pritaksi la ŝanĝon de informacio dum certaj idealaj supozoj de Shannon-a mezuro de informacio. Pri perdo de informacio, kaŭzita per restrikto de mezurskalo, okupiĝas ankaŭ S. Komenda (1987, 2003).

Ni prikonsideru simplec-cele unue demandilon (teston) kun kompleta nombro da n eroj, kiuj estas nur alternative poentumitaj 0 resp. 1. Ni indiku per signo X la tutan nombron da eroj, pritaksataj ĉe unu respondanto per poento 1 (se ni markas per poento 1 ekzemple ĝuste ellaboritan eron, estas X nombro da ĉiuj ĝuste ellaboritaj eroj el la kompleta nombro n eroj.) Celante simplecon ni supozu, ke la respondanto reagas je ĉiu ero sendepende de la aliaj, kun la sama probablo p, kiu estas mezuro de lia kapablo respondi ĝuste. La grandon X ni poste povas kompreni kiel hazardan kun binoma distribuo (1)

$$P(X=x)=\binom{n}{x}p^x(1-p)^{n-x};\quad x=0,1,\cdots,n. \tag{1}$$

Skalon, sur kiu bildiĝas valoroj de hazarda grando X, ni nomas baza kaj indikas ĝin Z_n:

$$Z_n=\{0,1,2,\cdots,n\}. \tag{2}$$

Per poenta pritakso de probablo p poste estas valoro, $\hat{p}=\frac{\bar{x}}{n}$ kie, $\bar{x}=\dfrac{\sum x_i}{N}$, N estas nombro da ĉiuj respondantoj de la sama nivelo p, x_i, $i = 1,2, \ldots , N$ estas iliaj kompletaj poentoj. Mezurado sur la baza skalo Z_n donos kaze de respondantoj sur la nivelo p informacion $I_{Z_n}(p)$, kiu estas karakterizita per entropio H_{Z_n} laŭ (3a), (3b)

$$I_{Z_n}(p)=ln(n+1)-H_{Z_n}(p)\,[nit] \tag{3a}$$

$$H_{Z_n}(p)=-\sum_{x=0}^{n}P(X=x)\cdot ln\,P(X=x)\,[nit] \tag{3b}$$

(por esprimo $0 \cdot ln\ 0$ ni enkondukas valoron 0).

Ni nur faru certan restrikton R_k de de baza skalo Z_n. Tiu estas karakterizita per certa disiĝo de la aro Z_n al k disjunkciaj subaroj $S_i \subset Z_n$, $i = 1,2 \ldots,k$, tiel, de S_i formas intervalojn kaj validas

$$k<n,\quad R_k=\{S_i\}_{i=1}^{k},\ \underset{i\neq j}{S_i\cap S_j=\emptyset},\quad \bigcup_{i=1}^{k}S_i=Z_n \tag{4}$$

El probabloj $P(X \in S_i)$, $i = 1,2,...k$, kie ni povas konstati entropion por la donata restrikto R_k en la formo

$$H_{R_k}(p) = -\sum_{i=1}^{k} P(X \in S_i) \cdot ln\, P(X \in S_i)\, [nit] \tag{5a}$$

kaj informacio

$$I_{R_k}(p) = lnk - H_{R_k}(p)\, [nit.] \tag{5b}$$

Ŝanĝon de informacio, sekvantan el la restrikto R_k, ni pritaksu pere de diferenco (6a). Diferenco de nedeterminecoj (6b) poste reprezentas perdon de informacio per skalorestrikto en populacio je nivelo p:

$$\Delta I_{Z_n - R_k}(p) = I_{Z_n}(p) - I_{R_k}(p)\, [nit] \tag{6a}$$

$$\Delta H_{Z_n - R_k}(p) = H_{Z_n}(p) - H_{R_k}(p)\, [nit]. \tag{6b}$$

Ekzemplo 1. Ni havu teston kun $n = 20$ eroj, diĥotome poentumitan, kiel supre dirite. Ni restriktas skalon Z_{20} al kvarpoenta $R_4 = \{S_i\}^4_{i=1}$, kie

$S_1 = \{0,1,2,\ldots,5\}$, $S_2 = \{6,7,\ldots,10\}$, $S_3 = \{11,12,\ldots,15\}$, $S_4 = \{16,17,\ldots,20\}$.

Por la niveloj $p = 0,1; 0,2;\ldots,0,9$ ni starigu respektivajn valorojn per entropio $H_{Z_{20}}$, H_{R_4} kaj informacio $I_{Z_{20}}$, I_{R_4}. La rezultoj troviĝas en la tabelo Tab. 1. Ŝanĝo de informacio $\Delta I_{Z_{20}-R_4}$ (indikita en unuoj *nit* resp. *bit*) dependas de la nivelo p. ■

p	$H_{Z_{20}}[nit]$	$I_{Z_{20}}[nit]$	$H_{R_4}[nit]$	$I_{R_4}[nit]$	$\Delta I_{Z_{20}-R_4}[nit]$	$\Delta I_{Z_{20}-R_4}[bit]$
0,1	1,667	1,378	0,062	1,324	0,054	0,078
0,2	1,988	1,057	0,498	0,888	0,169	0,244
0,3	2,133	0,912	0,757	0,629	0,283	0,408
0,4	2,202	0,842	0,743	0,643	0,199	0,287
0,5	2,223	0,822	0,798	0,588	0,234	0,338
0,6	2,202	0,843	0,753	0,633	0,210	0,303
0,7	2,133	0,912	0,728	0,658	0,254	0,366
0,8	1,988	1,057	0,675	0,711	0,346	0,499
0,9	1,667	1,378	0,178	1,208	0,170	0,245

Tab. 1. Pritakso de informaciperdo per skalorestrikto

(Ekzemplo 1)

En la ekzemplo 1 ni pritaksis perdon de informacio, kaŭzitan per skalorestrikto, kiam ĉiu (resp. preskaŭ ĉiu) klaso de disiĝo enhavis la saman nombron de unuoj de la baza skalo. Nun ni sekvas la situacion, kiam restrikto $R_k = \{T_i\}^k_{i=1}$ estas formata per disiĝo de baza skalo Z_n kun eco

$$P(X \in T_i) \doteq \frac{1}{k};\; i = 1,2,\cdots,k;\; k < n. \tag{7}$$

Ekzemplo 2. Ni havu denove teston kun $n = 20$ eroj. El distribuo (1) de hazarda grando X, ekz. por $p = 0,7$, ni denove fiksas kvarnivelan restrikton de la baza skalo Z_{20} , sed kun kondiĉo

$$P(X \in T_i) \doteq \frac{1}{4};\ i = 1, 2, \cdots, R.$$

Poste, la klasoj de disiĝo pri menciita restrikto estas

$$T_1 = \{0,1,\ldots,12\};\ T_2 = \{13,14\};\ T_3 = \{15,16\};\ T_4 = \{17,18,\ldots,20\}.$$

En tiu kazo (por $p = 0,7$) ni ricevas la plej malgrandan pritakson de informacia perdo kaŭze de restrikto el la diferenco de du entropioj $H_{Z_{20}}(0,7)$ kaj $H_{R_k}^{max} = ln4$:

$$\Delta H_{Z_{20}-R_4}^{\min}(0,7) = H_{Z_{20}}(0,7) - ln4 = 0,747\,[nit].$$

Samtempe ni tamen vidas, ke

$$\Delta I_{Z_{20}-R_4}(0,7) = I_{Z_{20}}(0,7) - I_{R_4}(0,7) \doteq I_{Z_{20}}(0,7) - 0 = I_{Z_{20}}(0,7),$$

kaj eĉ tiom poste

$$\Delta I_{Z_{20}-R_4}(p) = I_{Z_{20}}(p) \text{ por ĉiu } p \in (0;1) \blacksquare$$

Nun ni prikonsideru ajnan empirian distribuon de la hazarda grando X, pritaksatan ekzemple per realigo de n-era testo. Poste ni difinas la empirian entropion H_{Z_n} kaj empirian informacion I_{Z_n} en la formo

$$H_{Z_n} = -\sum_{i=1}^{n} \hat{p}_i \cdot ln\hat{p}_i\,[nit], \tag{8a}$$

$$I_{Z_n} = ln(n+1) - H_{Z_n}\,[nit], \tag{8b}$$

kie $\hat{p}_i = \frac{N_i}{N}$, N_i estas nombro de respondantoj kun rezulto $X = i$ en la kompleto N de ĉiuj respondantoj, kiuj partoprenis la teston. Empirian informacion I_{Z_n} ni povas interpreti kiel informon pri solvo de la donita testo per referenca populacio, kiu estis registrita en baza skalo Z_n. Per restrikto de baza skalo Z_n al skalo $R_k = \{U_i\}^k_{i=1}$ entropio H_{Z_n} transformiĝas en entropion H_{R_k}

$$H_{R_k} = -\sum_{i=1}^{k} P(X \in U_i) \cdot ln\,P(X \in U_i)\,[nit], \tag{9}$$

kie

$$P(X \in U_i) = \frac{1}{N} \sum_{X \in U_i} N_i.$$

Ŝanĝo de informacio konsekvence de restrikto R_k poste estas

$$\Delta H_{Z_n - R_k} = H_{Z_n} - H_{R_k}\,[nit]. \tag{10}$$

Simile kiel en ekzemplo 2, la menciita perdo de informacio povas esti malplej granda, kiam la registrita skalo plenumos kondiĉon

$$P(X \in U_i) \doteq \frac{1}{k}, \quad i = 1,2,\cdots,k.$$

Poste estas $H_{R_k} \doteq lnk$.

Kiel rezulto de mezurado ofte estas supozata normale distribuita hazarda grando X. Eĉ aro da psikologiaj testoj estas konstruita tiamaniere, ke en certa tipo de populacio estu la testrezulto alproksimebla per normala distribuo kun denseco

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} ;\sigma > 0; \mu \text{ reala}. \qquad (11)$$

El ĝenerala difino de entropio (12) por kontinua hazarda grando X kun valoro $f(x)$ kaj diferencigo de skalo $\Delta x > 0$:

$$H(X) = E[-ln f(X)] - ln\ \Delta x [nit] \qquad (12)$$

ni facile determinas por hazarda grando (11) la esprimon $H(X)$ en la formo (13)

$$H(X) = ln(\sqrt{2\pi \cdot \sigma}) + 0{,}5 - ln\,\Delta x \doteq 1{,}419 + 0{,}5 \cdot ln\sigma^2 - ln\,\Delta x [nit]. \qquad (13)$$

En tiu esprimo por entropio estas Δx konstanto de uzita mezura skalo kaj la parametro σ^2 estas pritaksebla helpe de elekta disigo $s^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}(x_i - \bar{x})^2$ el rezultoj de apliko en valoroj de baza skalo. Se la alproksimata hazarda grando estas ekz. kompleta nombro da eroj kun poento 1, eblas meti $\Delta x = 1$ (kaj poste $ln\Delta x = 0$). Per restrikto R de la skalo Z_n por grandaj n ekz. al kvarpunkta skalo $R_4 = \{V_i\}_{i=1}^4$, kie $V_1 = (-\infty; u_{0,25} >$; $V_2 = (u_{0,25}; u_{0,50} >$; $V_3 = (u_{0,50}; u_{0,75} >$; $V_4 = (u_{0,75}; \infty)$; u_α estas la α-ta kvantilo de distribuo (11), ni ricevas por unuopaj probabloj

$$P(V_i) = \frac{1}{4}; \quad i = 1,2,3,4.$$

Tial ankaŭ la perdo de informacio per elekto de tiu ĉi restriktita skalo egalas al

$$\Delta H_{Z_n - R_4} = (ln(\sqrt{2\pi}) + 0{,}5 \cdot ln\sigma^2 + 0{,}5) - ln4 \doteq 0{,}33 + 0{,}5 \cdot ln\sigma^2 \approx$$
$$\approx 0{,}33 + 0{,}5 \cdot ln\, s^2 [nit], \qquad (14)$$

kaj estas por ajna kvarpunkta restriktita skalo la malplej granda.

Rimarko: Informacio rezultita el (3a), resp. (5b), (6a), (8b) estas pritaksita el diferenco de maksimuma kaj aktuala nedetermineco de rezultoj de testosolvoj en certa populacio (nivelo p). Ĝi povas esti interpretata kiel mezuro de informacio pri konsiderata populacio (nivelo p), troviĝanta en la datenoj de la koncerna skalo. Informacio $\Delta H_{Z_n - R_k}(p)$ el (6b), resp. $\Delta H_{Z_n - R_k}$ el (10) estas mezuro de ŝanĝo de malcerteco per skalorestrikto kaj povas esti interpretata kiel mezuro de informacia deficito, kaŭzita per restrikto. ■

En praktiko oni rekomendas diversajn restriktojn de baza skalo; ekzemple en la laboraĵo de Fenclová (1980) troviĝas kvinŝtupa klasifika normeco por fizikaj scioj laŭ la tabelo Tab. 2. Oni konsideras pri restrikto de malneta testa poento X en sufiĉe vasta testo el kvinŝtupa restriktita skalo R_5. La limoj de la malneta testa poento X por la koncerna restrikta valoro sur la skalo R estas en la tabelo indikitaj per kvantiloj. Por la menciita skalo estas. $H_{R_5} = 1{,}574[nit]$.

P%	15	20	30	20	15
R_5	5	4	3	2	1
X	$\langle 0; x_{0,15})$	$\langle x_{0,15}; x_{0,35})$	$\langle x_{0,35}; x_{0,65})$	$\langle x_{0,65}; x_{0,85})$	$\langle x_{0,85}; x_{max})$

Tab. 2. Modela normeco de restrikto de malneta testopoento X al kvinŝtupa klasifika skalo R_5.

Svaga aliro

Priskribita procedo (ni diru "klasika") estas kombinebla kun svaga procedo. "Disŝmiriteco" de identigo de elemento x_i , i = 1,2,..., n, en diskreta n-elementa baza skalo Z_n , kaŭzita per influoj, kiuj ne havas statistike difineblan ĥarakteron, pligrandiĝas la originalajn valorojn de statistika nedetermineco. Tiaj influoj estas tamen foje priskribeblaj per svaga aro. Temas poste pri tio, kiel ni helpe de mezuro de probablo de certa svaga aro povas esprimi nedeterminecon, kaŭzitan nur per eksterstatistikaj kialoj.

Zadeh (1986) en sia laboraĵo difinis la nedeterminecon de svaga aro $\underset{\sim}{A}$ sur Z_n, konsiderante probablan dividon de mezuradoj $p(x)$ sur Z_n en la formo

$$H_Z(\underset{\sim}{A}, p) = -\sum_{i=1}^{n} \mu_A(x_i) p(x_i) \cdot log\ p(x_i). \tag{15}$$

koncerne de tio, ke $0 \leq \mu_A(x_i) \leq 1$, $i = 1, 2, \ldots$, n, validas

$$H_Z(\underset{\sim}{A}, p) \leq H(p) = -\sum_{i=1}^{n} p(x_i) \cdot log\ p(x_i). \tag{16}$$

La rilato (16) tiel kontraŭas al imago pri pligrandigo de nedetermineco per influo, troviĝanta en svaga aro $\underset{\sim}{A}$. Al tiu tamen konformas entropio, difinita pere de svaga aro $\underset{\sim}{A}$ de Kaufmann (1975):

$$H_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = c_{K_a} \cdot \sum_{i=1}^{n} -\varphi_A(x_i) \cdot log\varphi(x_i), \tag{17}$$

kie $c_{K_a} > 0$ estas normiga konstanto,

$$\varphi_A(x_i) = \frac{\mu_A(x_i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_A(x_i)};\ 0 \leq \varphi_A(x_i) \leq 1.$$

Rimarko: Bazo de logaritmo ĉi tie determinas unuon de konsiderata grando; en la antaŭa teksto tio estis natura logaritmo, tial la unuo estis *nit*, en la kazo de dekuma logaritmo estus *dit* kaj duuma *bit*. Transigon inter diversaj unuoj eblas fari dum firma elekto de certa bazo obligante per taŭga konstanto: 3,3219 *bit* ≅ 1 *dit* ≅ 2,3026 *nit*. Sekvontaj esprimoj estas obligataj per pli detale ne specifita normiga konstanto, per kiu eblas influi ankaŭ la mezurunuon. Tial ni plue ne pli detale specifos la bazon de uzata logaritmo. En la taskosolvoj elfluos la uzita bazo el la indiko de rezultunuo. ■

Mezuro (17) estas konstruata analogie kun nedetermineco (3b), bazita sur probabla mezuro. Autoroj DeLuca kaj Termini (1972) enkondukis nedeterminecon por svaga aro ankaŭ analogie kun probableca procedo, sed por ĉiu $x_i \in Z_n$ ili determinis la nedeterminecon aparte; la suma nedetermineco por svaga aro $\underset{\sim}{A}$ estas laŭ ili sumo de partaj μ-nedeterminecoj de S elementoj $x_i \in Z_n$:

$$H_{LT}(\underset{\sim}{A}) = c_{LT} \cdot \sum_{i=1}^{n} S(\mu_A(x_i)), \tag{18}$$

kie $c_{LT} > 0$ estas normiga konstanto,

$$S(\mu_A(x_i)) = -\mu_A(x_i) log \mu_A(x_i) - (1-\mu_A(x_i))\ log(1-\mu_A(x_i)).$$

Normigajn konstantojn ni determinas konforme al la elekto de unuo de statistika entropio. Se la entropio estas Shannon-a, ni elektas la bazon de logaritmoj la saman en svaga entropio (17) kaj (18) kaj konstanton c_{K_a}, resp. c_{LT} ni elektas tiel, ke eblaj maksimumaj kaj minimumaj valoroj H_{K_a}, resp. H_{LT} estu aŭ samaj aŭ proporciaj al apriore pritakseblaj proporcioj de ambaŭ nedeterminecoj. Se ne eblas objektive pritaksi la proporciojn de ambaŭ nedeterminecoj, tiam oni devas diferencigi ambaŭ nedeterminecojn kiel nekompatiblaj grandoj.

Se estas farita restrikto de diskreta skalo Z_n al skalo R_k (kie $k < n$) per rilato

$$y_j = f(x_i), x_i \in Z_n, y_j \in R_k,$$

oni determinas la mezuron de aparteneco por la restriktita skalo $\mu_B(y_j)$ per rilato

$$\mu_B(y_j) = max_{I_j}\{\mu_A(x_i)\}, \qquad (19)$$

kie $I_j = \{i;\ y_j = f(x_i)\}$.

Svaga aro $\underset{\sim}{A}$, registranta aŭtoron de nestatistikaj kaŭzoj dum malĝusta identigo ("disŝmiriteco") de elementoj de baza skalo Z_n, ankaŭ projekciiĝas al la svaga aro $\underset{\sim}{B}$, registranta la menciitajn kaŭzojn sur la skalo R_K. Nedetermineco $H_{K_a}(\underset{\sim}{A})$, resp. $H_{LT}(\underset{\sim}{A})$, transformiĝas al nedetermineco, $H_{K_a}(\underset{\sim}{B})$ resp. $H_{LT}(\underset{\sim}{B})$.

Informacion, kiun ni akiras el datenoj sur la skalo Z_n sekve de kialoj reprezentataj per svaga aro $\underset{\sim}{A}$, ni ricevas kiel diferencon

$$I_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = log\,n - H_{K_a}(\underset{\sim}{A}) \text{ ĉe } c_{K_a} = 1, \qquad (20a)$$

$$\text{resp. } I_{LT}(\underset{\sim}{A}) = n \cdot log 2 - H_{LT}(\underset{\sim}{A}) \text{ ĉe } c_{LT} = 1. \qquad (20b)$$

Simile ni ricevas ankaŭ valorojn

$$I_{K_a}(\underset{\sim}{B}) = log k - H_{K_a}(\underset{\sim}{B}) \text{ ĉe } c_{K_a} = 1, \quad \text{resp.} \qquad (21a)$$

$$I_{LT}(\underset{\sim}{B}) = k \cdot log 2 - H_{LT}(\underset{\sim}{B}) \text{ ĉe } c_{LT} = 1. \qquad (21b)$$

Ekzemplo 3. Sur la baza skalo $Z_5 = \{1, 2, \ldots, 5\}$ ni havu difinitan svagan aron $\underset{\sim}{A}$:

$$(\underset{\sim}{A}) = \{1/0{,}4;\ 2/0{,}8;\ 3/0{,}2;\ 4/0{,}1; 5/0\}.$$

Poste laŭ (17) ĉe $c_{K_a} = 1$ ni ricevos

$$H_{K_a}(\underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}494\,[dit] \doteq 1{,}137\,[nit]$$

kaj el tio poste laŭ (20a) estas

$$I_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = log\,5 - H_{K_a}(\underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}205\ [dit] = 0{,}472\ [nit].$$

Per transformo f al triŝtupa skalo laŭ la tabelo Tab. 3 ni ricevos svagan aron $\underset{\sim}{B}$

$$\underset{\sim}{B} = \{1/0{,}8;\quad 2/0{,}2;\quad 3/0{,}1;\}.$$

Simile kiel pro la svaga aro $\underset{\sim}{A}$ ni determinas $H_{K_a}(\underset{\sim}{B})$ kaj $I_{K_a}(\underset{\sim}{B})$:

$$H_{K_a}(\underset{\sim}{B}) \doteq 0{,}330\,[dit] \doteq 0{,}760\,[nit];$$

$$I_{K_a}(\underset{\sim}{B}) = log3 - H_{K_a}(\underset{\sim}{B}) \doteq 0{,}147\,[dit] = 0{,}338\,[nit].$$

Ni do konstatas malkreskon de informacio pri $\Delta I_{K_a} = I_{K_a}(\underset{\sim}{A}) - I_{K_a}(\underset{\sim}{B}) = 0{,}058[dit] \doteq 0{,}134[nit]$. (La menciita malkresko koncernas nur la mezuron enkondukitan per rilato (17), elektante $c_{K_a} = 1$.)

$x_i \in Z_5$	1	2	3	4	5
$\mu_A\ (x_i)$	0,4	0,8	0,2	0,1	0

$y_j \in R_3$	1	2	3
$\mu_B(y_j)$	0,8	0,2	0,1

Tab.3. Transformo $f: Z_5 \to R_3$ kaj korespondaj funkcivaloroj kun aparteneco μ_A, μ_B.

El la rilatoj (20b) kaj (21b) en nia kazo elektante $c_{LT} = 1$ ni ricevas

$$I_{LT}(\underset{\sim}{A}) \doteq 5 \cdot log2 - (0{,}292 + 0{,}217 \cdot 2 + 0{,}141 + 0) \doteq 0{,}637\,[dit] = 1{,}467[nit];$$

$$I_{LT}(\underset{\sim}{B}) = 3 \cdot log2 - (0{,}217 \cdot 2 + 0{,}141) \doteq 0{,}327\,[dit] = 0{,}753[nit].$$

En la unuoj de mezuro LT estas malkresko de informacio je

$$\Delta I_{LT} = I_{LT}(\underset{\sim}{A}) - I_{LT}(\underset{\sim}{B}) \doteq 0{,}310\,[dit] = 0{,}714\,[nit]. \blacksquare$$

Nun ni supozu, ke la baza skalo Z estas kontinua kaj ke nestatistikaj influoj, ŝanĝantaj la malprecizecon de mezurado, nun estas enigitaj en la svaga aro $\underset{\sim}{A}: \mu_A : Z \to \langle 0;1\rangle$. Per ĝeneraligo (17) ni ricevas por la svaga nedetermineco rilaton (22)

$$H^*_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = c_{K_a} \cdot \int_Z -\varphi_A(x) log\, \varphi_A(x) dx, \tag{22}$$

kie $c_{K_a} > 0$ estas denove normiga konstanto kaj por φ_A validas

$$\varphi_A(x) = \frac{\mu_A(x)}{\int_Z \mu_A(x)dx},$$

se ĉiuj esprimoj estas sencohavaj.

Per ĝeneraligo de esprimo por entropio (18) estas esprimo (23)

$$H_{LT}(\underset{\sim}{A}) = c_{LT} \cdot \int_Z [-\mu_A(x) \log \mu_A(x) - (1 - \mu_A(x)) \log(1 - \mu_A(dx)]\, dx \tag{23}$$

kun normiga konstanto $c_{LT} > 0$, se la integralo dekstraflanke ekzistas.

Ekzemplo 4. Sur baza skalo $Z = \langle 0\,;10\rangle$ ni havas difinitan svagan aron $\underset{\sim}{A}$ kun funkcio de fidindeco $\mu_A = 1 - 0{,}1x$. Ĉe $c_{K_a} = 1$ ni havas poste laŭ (22)

$$H^*_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = -0{,}2 \cdot \int_0^{10} (1 - 0{,}1x)\, log[0{,}2 \cdot (1 - 0{,}1x)]\, dx \doteq 0{,}916[dit],$$

laŭ (23) dum $c_{LT} = 1$ estas

$$H^*_{LT}(\underset{\sim}{A}) = \int_0^{10}[-1(1-0{,}1x)\,log(1-0{,}1x)-(0{,}1x)log(0{,}1x)]\,dx \doteq 0{,}217\,[dit].$$

Por korespondaj valoroj de informacioj ni facile konstatos ke

$$I^*_{K_a}(\underset{\sim}{A}) = 5\,log2 - H^*_{K_a}(\underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}589\,[dit],$$

$$I^*_{LT}(\underset{\sim}{A}) = 10\,log2 - H^*_{LT}(\underset{\sim}{A}) \doteq 2{,}793\,[dit].$$

Nun ni supozu linearan transformon $y = \frac{x}{5}$ de baza skalo Z al la skalo $R = \langle 0;2 \rangle$. Poste transformita svaga aro $\underset{\sim}{B}$ havas sur R funkcion de fidindeco $\mu_B : R \rightarrow \langle 0;1 \rangle$ en la formo

$$\mu_B(y) = 1 - 0{,}5y; \quad y \in R.$$

Analogie kun la antaŭa kalkulo ni havas

$$H^*_{K_a}(\underset{\sim}{B}) = -\int_0^2 (1-0{,}5y)\,log(1-0{,}5y)dy \doteq 0{,}217\,[dit],$$

$$I^*_{K_a}(\underset{\sim}{B}) \doteq log\,2 - 0{,}217 \doteq 0{,}084\,[dit],$$ kaj ankaŭ

$$H^*_{LT}(\underset{\sim}{B}) = log\,e \doteq 0{,}434\,[dit],$$

$$I^*_{LT}(\underset{\sim}{B}) = 2log2 - 0{,}434 = 0{,}168\,[dit]$$ ■

Plivastigo de koncepto de svaga nedetermineco

Antaŭaj konsideroj liveris imagon de duparta nedetermineco, kiam unu parto estas derivita de statistika kvalito de nedetermineco kaj la dua el la svago, sed aperas ĉi tie ankaŭ la problemo de ilia nekompatibleco kaj poste ebla neaditiveco. Ŝajnas, ke la problemo de kompareblo de ambaŭ entropioj estas solvebla nur surbaze de sperto, kaj tio nur en la konkreta kazo, ne en la plena ĝeneraleco. Ni montras la rilaton por nedetermineco, kiu ĉirkaŭiras la menciitan problemon kaj kunigas kaj vidpunkton statistikan, kaj svagan.

Ni havu diskretan bazan skalon $Z_n = \{z_1, z_2, \ldots, z_n\}$ kaj sur ĝi la dividon p_z:

$$p_Z = \begin{pmatrix} z_1 & z_2 \cdots z_n \\ p_1 & p_2 \cdots p_n \end{pmatrix}; \quad \sum_{i=1}^{n} p_i = 1. \tag{24}$$

Se la identigo de elementaj unuoj en aro Z_n estas donita per svagaj aroj $\underset{\sim}{z}_j$

$$\underset{\sim}{z}_j = \{z_i / \mu_j(z_i);\; i = 1,2,\cdots,n\};\; j = 1,2,\cdots,n;$$

(25a)

$0 \leq \mu_j(z_i) \leq 1$ por ĉiuj i, j tiam ni difinas entropion kiel priskribantan tiel statistikan, samkiel svagan nedeterminecon, per esprimo $\widetilde{H}(p_Z)$:

$$\widetilde{H}(p_Z) = -\sum_{j=1}^{n} \alpha^*_j \cdot log\alpha^*_j, \tag{25b}$$

kie

$$\alpha^*_j = \frac{\alpha_j}{\sum_j \alpha_j}, \quad \alpha_j = \frac{\sum_i \mu_j(z_i)\cdot p_i}{\sum_i \mu_j(z_i)}, \quad j = 1,2,\ldots,n,$$

se ĉiuj menciitaj esprimoj estas sencohavaj.

La kompletan informacion, enhavitan en la mezurado, ni trovas en la rilato (26)

$$\widetilde{I}(p_Z) = \log n - \widetilde{H}(p_Z) \tag{26}$$

Ekzemplo 5. Ni havu kvinpoentan bazan skalon Z_5:

$$Z_5 = \{z_1, z_2, \ldots, z_5\}$$

kaj sur ĝi dividon de probabloj p_Z en la formo

$$p_Z = \begin{pmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Poste statistika (Shannon-a) entropio

$H(p_Z) = -\sum_{i=1}^{5} p_i \ln p_i = -0{,}5 \cdot \ln 0{,}5 - 0{,}5 \cdot \ln 0{,}25 = 1{,}040\,[nit]$ kaj informacio, apartenanta al menciita divido estas $I(p_Z) = \ln 5 - H(p_Z) = 0{,}570$ $[nit]$.

Ni supozu, ke identigon de elementoj de aro Z_5 influas ankaŭ sekvaj svagaj aroj

$$\underset{\sim 1}{z} = \{z_1/1;\ z_2/0{,}6;\ z_3/0{,}2;\ z_4/0;\ z_5/0\}$$

$$\underset{\sim 2}{z} = \{z_1/0{,}3;\ z_2/1;\ z_3/0{,}3;\ z_4/0;\ z_5/0\}$$

$$\underset{\sim 3}{z} = \{z_1/0;\ z_2/0{,}2;\ z_3/1;\ z_4/0{,}3;\ z_5/0\}$$

$$\underset{\sim 4}{z} = \{z_1/0;\ z_2/0;\ z_3/0{,}5;\ z_4/1;\ z_5/0{,}5\}$$

$$\underset{\sim 5}{z} = \{z_1/0;\ z_2/0;\ z_3/0;\ z_4/0{,}8;\ z_5/1\}.$$

Por unuopaj α_i ni poste ricevas valorojn

$$\alpha_1 = \frac{1 \cdot 0{,}5 + 0{,}6 \cdot 0{,}25 + 0{,}2 \cdot 0{,}25}{1{,}8} \doteq 0{,}389$$

$$\alpha_2 \doteq 0{,}297$$

$$\alpha_3 \doteq 0{,}200$$

$$\alpha_4 \doteq 0{,}063$$

$$\alpha_5 \doteq 0{,}000.$$

Tial $\sum_{j=1}^{5} \alpha_j = 0{,}949$, $\alpha_1^* = \frac{0{,}389}{0{,}949} \doteq 0{,}410$; $\alpha_2^* = 0{,}313$; $\alpha_3^* = 0{,}211$; $\alpha_4^* = 0{,}066$; $\alpha_5^* = 0$.

Rezulta nedetermineco do estas $\widetilde{H}(p_Z) = 1{,}237\,[nit]$ kaj informacio

$$\widetilde{I}(p_Z) = \ln 5 - \underset{\sim}{H}(p_Z) = 0{,}372.$$

Se transformiĝas (akre) la baza skalo Z_5 al skalo restriktita $R_3 = \{y_1, y_2, y_3\}$ tiel:

$$z_1, z_2 \rightarrow y_1$$

$$z_3 \rightarrow y_2$$

$$z_4, z_5 \rightarrow y_3,$$

estos

$$p_Y = \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \\ \frac{3}{4} & \frac{1}{4} & 0 \end{pmatrix}$$

transformita disdivido kaj identigo de elementoj $y_i \in R_3$ esprimita per svagaj aroj

$\underset{\sim 1}{y} = \{y_1 / \max\{\max\{1; 0{,}6\}\}; \max\{0{,}3; 1\}\}; y_2 / \max\{0{,}2; 0{,}3\}; y_3 / 0\} =$

$= \{y_1 / 1; y_2 / 0{,}3; y_3 / 0\};$

$\underset{\sim 2}{y} = \{y_1 / 0{,}2; y_2 / 1; y_3 / 0{,}3\};$

$\underset{\sim 3}{y} = \{y_1 / 0; y_2 / 0{,}5; y_3 / 1\}.$

Poste por $\widetilde{H}(p_Y)$ ni ricevos

$$\widetilde{H}(p_Y) \doteq -\frac{0{,}635}{0{,}985} \cdot ln\frac{0{,}635}{0{,}985} - \frac{0{,}267}{0{,}985} \cdot ln\frac{0{,}267}{0{,}985} - \frac{0{,}083}{0{,}985} ln\frac{0{,}083}{0{,}985} \doteq 0{,}845\,[nit;]$$

$$\widetilde{I}(p_Y) \doteq ln3 - 0{,}845 = 0{,}254\,[nit].$$

Okazis do malkresko de informacio kun grandeco

$$\Delta\widetilde{I} = \widetilde{I}(p_X) = \widetilde{I}(p_Y) \doteq 0{,}570 - 0{,}254 = 0{,}316\,[nit],\ 55{,}4\%. \blacksquare$$

Rimarko: En ekzemplo 5 uzita algoritmo de akra transformo de svagitaj datenoj de la baza skalo eliras el imago, ke se oni transformu ekz. datenon $\underset{\sim 1}{z}$, transformiĝas ĉiuj valoroj de la baza skalo laŭ reguloj de transformo sur valoroj de skalo R_3 kun fidindeco, egala al fidindeco de konforma modelo de baza skalo. Ĉar la transformo ne estas simpla, ni elektas sur la konforma fidindeco kiel „miksa" algoritmo operacion *max*. Tiu operacio tamen povas esti anstataŭigita per alia, al la donita problemo pli konforma operacio. ■

En la kazo, kiam oni ne prikonsideras, aŭ estas neglektinda la influo de agantoj, kiuj determinas svagan nedeterminecon, transiras la rilato (25) en la klasika Shannon-a. Poste ja $\mu_j(z_i) = \delta_{ij}$, δ_{ij} estas Kronecker-a simbolo, ankaŭ $\alpha^*_j = \alpha_i = p_i$, $i = 1, 2, \ldots, n$.

Konsidere al tio, ke por ĉiuj j estas $0 \le \alpha^*_j \le 1$, $\sum_{j=1}^{n} \alpha^*_j = 1$, validas pro $\widetilde{H}(p_Z)$ rilato (27)

$$0 \le \widetilde{H}(p_Z) \le log\,n \qquad (27)$$

Valoro $\widetilde{I}$ z el (26) estas ĉiam malnegativa.

Maksimumaj nedeterminecoj kun grandeco $log\,n$ estas atingeblaj, se

$$\alpha^*_1 = \alpha^*_2 = \cdots = \alpha^*_n = \tfrac{1}{n},$$

t. e. se

$$\alpha^*_i = \alpha_1 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\alpha_i = \overline{\alpha} = \frac{1}{n}; \quad i = 1, 2, \cdots, n, \qquad (28)$$

t. e. se estas

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_i \mu_j(z_i) p_i}{\sum_i \mu_j(z_i)} = \alpha_j;\ j = 1,2,\cdots,n.$$

Do, la maksimumon eblas atingi, se $p_i = \frac{1}{n}, i = 1,2,\cdots,n$; tiam ja estas plenumita (28), sed ankaŭ tiam, se ĉiu $\mu_j(z_i) = \frac{1}{2}$ (t. e. dum la plej granda "svaga disŝmiriteco" de la skalo).

La rilato (25) estas kun certa singardemo disvastigebla ankaŭ al kontinuaj skaloj. La singardemo konsistas en precizigo de premisoj, dum kiuj oni determinos maksimuman entropion kaj pritaksos precizecon de identigo de skala valoro. Ni supozu, ke $Z = Re$, kie Re estas aro da ĉiuj realaj nombroj. Sur Z ni havu difinitan disdividon kun denseco f. Se nun la identigo de unuopaj elementoj de aro Z estas donita per svagaj aroj $\underset{\sim}{M}_Z$ parametrigitaj elementoj de la skalo $z \in Z$ kun mezuroj de fidindeco

$$\mu_z : Re \to \langle 0;1\rangle,$$

poste entropion $\widetilde{H}(f)$, priskribantan kaj statistikan, kaj svagan nedeterminecon, ni difinas analogie kun (25) per esprimo (29)

$$\widetilde{H}(f) = -\int_Z \alpha^*(z) \log \alpha^*(z) dz, \tag{29}$$

kie

$$\alpha^*(z) = \frac{\alpha(z)}{\int_{-\infty}^{\infty} \alpha(z)\, dz};\quad \alpha(z) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_z(x) f(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_z_(x) dx};\ x \in Re,$$

se ĉiuj esprimoj havas sencon.

Se la skalo estas reduktita, ekz. $Z = \langle a,b\rangle$, $a,b \in Re$, eblas ankoraŭ difini informacion $\widetilde{I}(f)$, korespondan al entropio $\widetilde{H}(f)$ konforme al menciita reduktita skalo, per diferenco de apriora entropio H^a kaj entropio $\widetilde{H}(f)$. Kun supozo de apriora neidentigeblo de skala valoro estas $H^a = log\ (b - a)$ kaj ni havas

$$\widetilde{I}(f) = log(b-a) - \widetilde{H}(f). \tag{30}$$

Uzo de diferenco (30) estas avantaĝa, ĉar ni povas supozi, ke en ĝi reduktiĝas logaritmoj de preciza identigo de skala valoro.

Ekzemplo 6. Ni havu kontinuan hazardan grandon X, kiu havas aktualan distribuon kun denseco

$$f(x) = \frac{-2}{(b-a)^2}(x-a)(x-b);\ a \le x \le b,$$
$$= 0 \text{ alie.}$$

Menciita hazarda grando havas samtempe valorojn identigeblajn kun fidindeco

$$\mu_z(x) = \frac{1}{1+k(z-x)^2}; \quad k > 1; \quad x,z \in \langle a,b \rangle$$
$$= 0 \text{ alie.}$$

Laŭ (29) kaj (30) poste dum antaŭe eldiritaj supozoj pri apriora distribuo de hazarda grando X por entropio $\widetilde{H}(f)$ kaj informacio $\widetilde{I}(f)$ dum elekto $k = 4$, $a = 0$, $b = 100$ ni havas

$$\widetilde{H}(f) \doteq 1{,}9498\,[dit]; \quad \widetilde{I}(f) = 0{,}0502\,[dit]. \;\blacksquare$$

Diskuto kaj uzo

Per restrikto de baza skalo al skalo norma ni faciligas interpretadon de baza mezurado. La restriktita skalo ne devas dependi de konkretaj valoroj de originala mezurado kaj havas kutime vortan, eksplikan formon. Tiam temas pri tio, ke la informacio el ĝi atingita estu sufiĉa por pluaj kvalifikitaj decidoj. Ni klopodas konstrui la restriktitan skalon kun baza informacio pri esplorata malsano, por ke ties deficito estu eble plej malgranda, kaj por ke eblu rapida kaj kvalifikita interpretado en kazoj de rapida progreso de malsano (ekz. dum iuj akutaj enflamiĝoj).

Ekzisto de informacia deficito signifas certan limigon de interpretado sur nova skalo rilate al la skalo originala. Menciita limigo de interpretado de restriktita skalo povas esti ekzakte kaj kvante pritaksebla per formale matematikaj rimedoj, kiuj tamen devas korespondi al postulo de sperto en la aplika kampo.

Tial estas la prezentata problemaro kunigita ekz. kun la medicina.

En la enkonduko ni determinis pritaksojn de informaciperdo konsekvence de skalo-restrikto dum prilaboro de demandilaj datenoj. Specife estis, ke ni povis montri ŝanĝeblon de informacia deficito, kaŭzita per restrikto de skalo ankaŭ depende de « nivelo » de respondanto-reagoj (ĉi tie « nivelo » difinita per probablo de ekzemple « ĝusta » respondo). En la diskutata kazo (vidu Tab. 1.) estas pritaksata perdo de informacio dum skalo-restrikto afero *individua*. Kvankam la menciita konstato estas influigita ankaŭ per subjektive kondiĉita elekto de metodiko de matematika prilaboro (la metodikon elektis la aŭtoro, ĝi ankoraŭ ne estas ĝenerale akceptata), oni povas el ĝi avizi komplikadon dum interpretado de rezultoj de ajna mezurado en heterogena populacio. Reguloj de interpretado de rezultoj de demandila esplorado tial povas ĝeneraliĝi nur en la populacion homogenigitan rilate al ties "apuda" kvalito (kvalitoj), inluantaj "nivelon" de reagoj al la demandilo. Ekzemple en psikiatrio, kie demandilaj esploroj estas grava bazo por starigi diagnozon, estas la interpretado de rezultoj el restriktita skalo pli kompleksa afero (ne nur de tiu demandilo). Diagnostiko devas eliri el rezultoj de kelkaj samtempe diferencaj mezuradoj (sur diversaj skaloj), por ke pliboniĝu la fidindeco de diagnozo derivita el certa baza mezurado. Ekzistas klasikaj mezuradoj (ekzemple de korpa temperaturo), kie la menciitaj postuloj pri restrikto de skalo (ekzemple ĝis la ordinala skalo "sen febro", "iom altigita temperaturo", ... "grave alta") plenumiĝas (eble ankaŭ nekonscie). Restriktitan skalon ni ĉiam prikonsideras rilate al aliaj karakterizaĵoj, kiel estas ekz. aĝo aŭ kompleta sanstato. Ĉu ni faras tion ankaŭ ĉe aliaj grandoj?

Restriktitan skalon ni komprenas kiel "densigitan" en tiu senco, ke kelkaj ĝiaj punktoj povas esti bildoj de pluraj punktoj de baza skalo. El tiu vidpunkto ŝajnas, ke la restriktita skalo devas certe porti mlapli da informacio. Se ni ekzemple mezuras korpan temperaturon sur kontinua skalo kun komenco a = 35°C, kun fino b = 42°C, poste por certa homogena grupo da respondantoj ni povas havi μ = 36,7°C kaj σ = 0,3. Se ni supozas normale distribuitan temperaturon en nia populacio, ni ricevas laŭ (13) valoron de entropio $H(X) \cong 0{,}215 - ln\Delta x$ [nit] kaj informacio $I(X) = ln(b - a) - H(X) \cong 1{,}731$ nit. Se poste la restriktita skalo estas kvarŝtupa, kaj sub menciitaj kondiĉoj estas ĉiuj respondantoj klasifikitaj „temperaturo normala", poste por restriktita skalo Y ni havas entropion $H(Y) = 0$ *nit* kaj por informacio $I(Y) = ln4 \cong 1{,}386$ *nit*. Malkresko de informacio per restrikto poste estas $\Delta I = I(X) - I(Y) \cong 0{,}345$ *nit*. (Ni ne prikonsideris agadon de influoj de la tipo "svago".) Sed se la restriktita skalo estos jam sesŝtupa kaj ĉiuj respondantoj denove havos „normalan temperaturon", ĉi tie estas $I(Y) = ln6 \cong 1{,}792$ *nit* kaj poste jam estas ΔI = 1,731 *nit* – 1,792 *nit* < 0. Tiu ĉi negativa valoro de informacia deficito poste ne havas racian interpretadon.

Ni menciu en tiu konekso, ke eĉ du skaloj, kiuj estas sur sin simple bildigeblaj, povas porti diversajn informaciojn. Dependas de tio, kiel la menciita transformo ŝanĝas distribuon de mezuraj rezultoj sur menciitaj skaloj.

Restriktita skalo povas havi ŝanĝitajn bazajn kvalitojn de la originala skalo: kreskanta baza gradaro depende de ekzemple intenseco de impulso povas ŝanĝiĝi en falantan resp. nefalantan, okaze perdiĝas certaj gravaj punktoj de la koncerna distribuo, ekz. infleksiaj punktoj.

Ni jam menciis, ke la rimedojn de svaga matematiko ni uzas tie, kie ne eblas la okazaĵojn statistike priskribi, kie tamen povas ludi bazan rolon la sperto de kuracisto (pritaksanto). Temas antaŭ ĉio pri situacioj, kie la mezurado estas akompanata per certaj ĝenaj influoj, kiuj ja estas manifestaj, sed pli proksime aŭ tute ne mezureblaj. En medicino povas temi pri mezurado sur pacientoj, akompanata per iliaj doloroj, alergiaj aŭ eĉ ŝokaj statoj, kiu ne ebligas precizan certigon de mezurata grando. Ekzistas ankaŭ aro da diagnozaj agadoj, dum kiuj oni ne devas prikonsideri influojn statistikajn, kiam plej multaj estas tiuj, kiuj estas plej taŭge priskribeblaj per svagaj rimedoj. Tien apartenas ekzemple pripalpoj (de spino), pritakso de intenseco de alergia reago, graveco de vundiĝo ktp.

El vidpunkto formala restas kiel malfermita problemo komparo de informacio, akirita el statistika kaj svaga priskribo. Nia kontribuaĵo montras unu el eblaj solvoj.

Konkludo

Per statistikaj rimedoj eblas pritaksi perdon de informacio, ekestantan pro restrikto de baza skalo. Por pritakso estis uzita Shannon-a mezuro. Sur ties bazo estis priskribitaj kvalitoj de kelkaj specifaj tipoj de restriktitaj skaloj. Simile ankaŭ eblas determini perdon de informacio per restrikto de skalo, influitan per kaŭzoj bildigeblaj per svaga aro.

Literaturo

Arora, G., Petry, F., Beauboeuf, T. (1997): New Information Measures for Fuzzy Sets, in IFSA '97 Prague, Vol. IV., 75 - 78

DeLuca, A., Termini, S. (1972): A definition of nonprobabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory, in Information and Control, Vol. 20, 301 - 312

Fenclová, J. (1980): Fyzikální vědomosti našich studentů, Academia, Praha

Hniličková, J., Josífko, M., Tuček, A. (1972): Didaktické testy a jejich statistické zpracování *(Didaktikaj testoj kaj ilia statistika prilaboro)*, SPN, Praha

Kaufmann, A. (1975): Introduction to the theory of fuzzy subsets, Academic Press, New York, Vol. I

Komenda, S. (1987): Fischer information in the logistic model. Acta univ. Olomouc, Fac. Med. 117, 329-336

Komenda, S. (2003): Měření a metaměření znalostí *(Mezurado kaj metamezurado de scioj)*, UPOL, Olomouc

Komenda S., Zapletalová J. (1996): Analýza didaktického testu a její počítačová podpora (*Analizo de didaktika testo kaj ĝia komputila subteno*), UPOL, Olomouc

Půlpán, Z. (1986): Některé možnosti aplikace fuzzy množin v psychologiském výzkumu *(Kelkaj ebloj de apliko de svagaj aroj en psikologia esploro)*, Československá psychologie, roč. XXX, č. 1, s. 68 - 79

Půlpán, Z. (2001): K problematice hledání podstatného v humanitních vědách *(Al problemaro serĉi esencan en humansciencoj)*, Academia, Praha

Půlpán, Z. (2004): K problematice zpracování empirických šetření v humanitních vědách *(Al problemaro prilabori empiriajn esplorojn en humansciencoj)*, Academia, Praha

Půlpán, Z. (2003): K formální definici nemoci *(Al formala difino de malsano)*, ACTA MEDICA (Hradec Králové) SUPPL 46(1 -2): 79 - 99

Půlpán, Z. (2004): Ztráta informace, způsobená restrikcí škály (*Perdo de informacio kaŭzita per restrikto de mezurskalo)*, in Informační bulletin ČStS, č. 1, roč. 15, s. 10 – 13

Zadeh, L. A: (1986): Probability measures of fuzzy events, in J. Math. Anal. Appl. V, o-1 23, 421 – 427

Ricevite 2005-09-06

Adreso de la aŭtoro: Prof. RNDr. PhDr. Zdeněk Půlpán, CSc., katedra matematiky, PdF, Univerzita Hradec Králové, Rokitanského, CZ-500 03 Hradec Králové

The Loss of Information Caused by the Scale Restriction (Summary)

Results displayed on a basic scale must be often transformed in a new restricted scale. During that process the loss of information occurs. The article presents a method to compute such a loss of information despite the fact that in some cases points on the scale change their meaning. The change of meaning is determined by the restrictive transformation of corresponding fuzzy sets.

We constructed an exact fuzzy mathematical model of evaluation of tests with diverse restriction of basic scale. We demonstrated the relation of undetermination, which includes statistical and fuzzy methods. With statistical means, it is possible to guess the loss of information by using Shannon's entropy. On the base of it we described qualities of specific types of restricted scales. In the similar way, it is possible to determine the loss of information influenced by grounds one can express with fuzzy sets.

Oficialaj Sciigoj de AIS
Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino

Fondita en la Respubliko de San Marino
Prezidanta Sekretariejo: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
tel.: (0049-/0-)5251-64200, fakso: (0049-/0-)5251-163533, www.ais-sanmarino.org
Konto: 2051-305 Postbank Hannover (BLZ 250 100 30)
Redakcia respondeco: OProf. Dr.habil.R. Fössmeier Finredaktita: 2006-03-13

Protokolo de la 56a senatkunsido (la 50-a post la oficialigo de AIS fare de la Konsilio de la XII, la 59-a post la fakta eklaboro) okazinta en Treviro (Trier, DE) dum IF 22.
Kunsidtempo: Sabato, 2005-12-31, 9:40–10:10

1) Formalaĵoj. Ĉeestas senatanoj Fössmeier, Frank kaj Quednau, kaj vicsenatano Poláková. La senato estas kvoruma kaj decidas la tagordon evidentiĝantan el tiu ĉi protokolo. La kunsidon gvidas prezidanto Frank; la protokolon skribas sekretario Fössmeier.
2) Kontrakto pri AIS-IKU. La senato unuanime akceptas la novan kontrakton kun UEA pri Internacia Kongresa Universitato, subskribitan en Vilno.
3) Kulturparlamento. La senato unuanime akceptas inviton de Eŭropa Klubo partopreni en eksperimenta „parlamento pri kulturo kaj lingvoj".
4) Propono Holdgrün. Ĉar OProf. Holdgrün ne plenumis sian proponon akceptitan de AIS dum SUS 28 (kiu inkluzivis redonon de posedaĵoj de AIS), AIS nuligas sian akcepton kaj dekalkulos la valoron de la uzita komputilsistemo je 2004-01-01, inkluzive de 2-procenta interezo, de lia servobonhavo.
Treviro, 2005-12-31
OProf. Dr. habil. H. Frank, prezidanto
OProf. Dr. R. Fössmeier, protokolofico

Protokolo de la 57-a senatkunsido (la 51-a post la oficialigo de AIS fare de la Konsilio de la XII, la 60-a post la fakta eklaboro) okazinta en la forststistika fakultato en Freising (DE), 2006-03-03/05. Kunsidtempoj:
- Vendredon, 2006-03-03, 16:00-18:00
- Sabaton, 2006-03-04, 9:20-16:00
- Dimanĉon, 2006-03-05, 10:10-14:00

1. *Formalaĵoj.* Ĉeestas ĉiuj kvin senatanoj, krome OProf. Helmut Angstl kiel vicsenatano. La Senato estas kvoruma. La kunsidon gvidas prezidanto OProf. Frank kaj protokolas OProf. Fössmeier.
2. *Aktualigo de la regularo.* La senato proponu al la ĜA jenan proceduron:
   - La senato alordigu la regularojn al la senataj oficoj laŭ sia laborregularo.
   - Senato kaj ĜA decidu nur pri la enhavo de modifoj (inkluzive de aldonoj kaj forigoj), sed ne pri vortigo kaj lokado.
   - La koncernaj ofic-direktoroj redaktu la ŝanĝojn kaj rete prezentu la rezulton al komisiono, kiu konsistu el la senatanoj kaj vic-senatanoj, interesitaj efektivaj membroj kaj eventuale pliaj AIS-anoj elektitaj de la ĜA.
   - La komisiono havu la rajton diskuti la proponojn, unuanime akcepti ilin aŭ plusendi ilin por decido al la sekva ĜA, kiu okazos la 3-an de septembro 2006 en Komárno dum SUS 29.
3. *Alvokoj kaj rangoaltigoj.* La senato petas AProf. Niewiadomski-Kauffmann kaj AProf. Lechowski detaligi, laŭ kiu vojo kaj per kio ili plenumas la kriteriojn por alvoko kiel plenrajtaj membroj. Post kontrolo fare de la koncernaj vicdekanoj okazu la alvoko. Du pliaj proponoj por alvoko de efektivaj membroj estas malakceptitaj.
4. *Proceso Piotrowski.* La trezoristo havigu al advokato Rost la bezonatajn informojn por komenci la proceson kontraŭ honora profesoro Piotrowski.
5. *Studadsesioj.* SUS 30 okazu inter 2007-09-02/08 en aŭ proksime de San-Marino. La studadsesio komence de aprilo 2006 en Bydgoszcz estu BUS, se partoprenos tri docentoj (inter ili almenaŭ du efektivaj membroj), kiuj estas funkciuloj de AIS.
6. *Regularoj.* Male al la konstitucio, kiu aperu en kvin lingvoj, la aliaj regularoj aperu nur en po du lingvoj: en ILo kaj unu plia el la kvin lingvoj laŭ elekto de la koncerna direktoro. La direktoroj faru almenaŭ jenajn modifojn:

a) *Laborregularo de la senato:* La ordo de la oficoj kaj la alordigitaj regularoj estu:
- Prezidanto
- Vicprezidanto; alvokoregularo
- Senata sekretario (protokolofico); kunsidregularo; tiu oficu respondecu ankaŭ pri ISD
- Trezoristo (financofico); kotizregularo
- Strukturofico; strukturregularo (kreota)
- Sciencofico; sciencregularo (kreota)
- Klerigofico; regularo pri instruado kaj studado
- Ekzamenofico; ekzamenregularo
- Honorofico; honorregularo
- Informofico; informregularo (kreota)
- Identecofico; identecregularo (kreota)

b) *Alvokoregularo:* La tempo, por kiu novaj AIS-anoj antaŭpagu sian kotizon kaj dum kiu

sukcesaj kandidatoj senkoste estu ISK-anoj, estu adaptita al la kvar-jara senatperiodo. La regulo pri antaŭpago iru al la kotizregularo. La alvokokriterioj ne elstarigu la etnajn lingvojn, kiuj laŭ artikolo 4.1 de la konstitucio havas specialan rolon en la akademio; la regulo pri alvokodokumentoj referencu al tiuj lingvoj. Aldonaj alvoko-kriterioj estu, ke asociita docento kapablu instrui en ILo kaj plia sciencolingvo, krome plenrajta docento komprenu tri kaj plenrajta membro kvar sciencolingvojn.

c) *Kunsidregularo:* Estu nova artikolo pri virtualaj (retaj) kunsidoj; iliaj decidoj aperu en la protokolo de la sekva persona kunsido. Plia nova artikolo difinu, ke protokoloj estu publikigitaj ne nur papere, sed ankaŭ rete. La artikoloj 4, 5, 9.2, 9.3 kaj 9.4 (SUS) de la studadregularo transiru al la kunsidregularo, same la artikoloj 9.3, 9.4 kaj 9.5 de la studadregularo en la versio de 1987-09-03, kiuj ne troviĝas en la versio de 1995-08-29.

d) *Kotizregularo:* Novaj ISKanoj antaŭpagu kvar jarkotizojn, konforme al la deĵorperiodo de la senato kaj la aperritmo de la ISD-libro. La esprimon „koncernaj regularoj" en 1.4 anstataŭu „apendicoj al tiu ĉi regularo"; la parto komenciĝanta per „Se ampleksoŝanĝoj probablas" estu forigita. En 1.5 la aktuala valoro de la AKU iru al klariga piednoto, kiu ne estu parto de la regularo. Alineoj 1.6, 2.1 kaj 2.2 forfalu. Nova artikolo difinu, ke la rimedojn de AIS mastrumas asocio registrita en sia lando.

e) *Strukturregularo:* Ĝi difinu kondiĉojn por klerigejoj, landaj asocioj kaj filioj de AIS; ĉiuj klerigejoj estu kolektivaj subtenaj membroj. Apendicoj difinu la strukturojn de la Arta kaj la Scienc-Aplika Sektoroj.

f) *Sciencregularo:* Ĝi reguligu la rajton aperigi „verkon el AIS" kaj la redaktadon kaj eldonadon de *Acta Sanmarinensia* kaj eble de aliaj revuoj.

g) *Regularo pri Instruado kaj Studado:* Ĝi konsideru, ke AIS jam komence de sia agado enkondukis la bakalaŭrecon kiel memstaran gradon, anticipante postan evoluon en la eŭropa universitata mondo. La reguloj pri BUS estonte postulu nur la partoprenon de unu efektiva membro kun AIS-funkcio kaj du pliaj docentoj kun AIS-funkcio.

h) *Ekzamenregularo:* La reguloj pri docentiĝo kaj pri la internacia maturec-ekzameno konsistigu apendicojn.

i) *Honorregularo:* Modifita versio estis akceptita dum SUS 28.

j) *Informregularo:* Difinu la manieron diskonigi oficialajn sciigojn, se por tio ne (plene) sufiĉas (apendico al) la kunsidregularo.

k) *Identecregularo:* Fiksas detalojn de solenaĵoj.

7. *Branĉoj de AIS.* La Interlingvistikaj Studoj en Universitato Adam Mickiewicz, Poznań, petis, ke tiuj studoj estu adapte adopteblaj ĉe AIS. La senato bonvenigas la iniciaton, esperas, ke la studoj povas iĝi klerigejo de AIS kaj petas ADoc. Ilona Koutny disponigi al AIS detalan studplanon.
Por starigo de AIS-fakultato kadre de ULBS la trezoristo enbuĝetigu por 2006 la sumon de € 3000 (tri mil eŭroj).

8. *Publikaĵoj:* La direktoro de la sciencofico informu OProf. Holdgrün pri la decido de la SubS-kunveno koncerne eldonejon Leins kaj petu liajn proponojn pri plua kunlaboro.
Por la eldono de nova regularlibro en 2006 enbuĝetiĝu € 1000 (mil eŭroj). La senato petas la Subtenan Sektoron subteni la eldonon de nova AIS-libro (trilogio) en 2008 per € 3000 (tri mil eŭroj).

9. *Partopreno en kunvenoj:* Senatanoj Frank, Minnaja, Quednau kaj Wickström planas partopreni en la Universala Kongreso en Florenco; unu el ili reprezentos AIS en la tiea strategia forumo.
OProf. Frank dum PSI (Printempa Semajno Internacia) aranĝos diskuton pri diversaj neŭtralaj solvoj de la eŭropa lingvoproblemo.

Freising, 2006-03-05
H. *Frank, prezidanto* R. *Fössmeier, protokolofico*

Protokolo de la Asembleo de la Subtena Sektoro okazinta 2006-03-04, 16:15–17:40, en Freising-Weihenstephan.

1. (*Formalaĵoj*). Ĉeestas la subtenaj membroj OProf. Angstl, Frank (kun aldona legitimilo de PDoc. Barandovská), Fössmeier, Minnaja, Quednau kaj Wickström kaj la kolektivaj subtenaj membroj AIS Bulgario kaj AIS Rusio, reprezentataj de EProf. ADoc. Leonov kaj ASci. Mag. Maksimova. Ek de tagordero 4c ĉeestas subtena membro ADoc. Dr. Macko. Pri kvorumeco ne estas dubo, la tagordo estas akceptita, kiel aganta SubS-direktoro gvidu OProf. Wickström la asembleon, kiu okazu nur en ILo. La protokolon verku OProf. Fössmeier.
2. (*Ĝenerala raporto*) La revuo GrKG/H estis en 2004 (kaj 2005) sendita al ĉiuj SubS-anoj. Krome (en 2005) aperis du kajeroj de la jarvolumo 2004 de Acta Sanmarinensia, kiujn same ricevis ĉiuj SubS-anoj. Antaŭvideble en 2006 la jarvolumon kompletigos du pliaj kajeroj, kiuj same estos dissendataj.
3. (*Financa raporto*) La finkalkulo pri 2004 estas preskaŭ finita, sed ankoraŭ ne povis esti kontrolita de la revizoroj. Tial ne povas okazi senŝarĝigo. Estis elspezoj de iom pli ol € 2000 kaj enspezoj de ĉirkaŭ € 5000; elspezoj de ĉirkaŭ € 2000 por Acta Sanmarinensia estis prokrastitaj pro la malfrua apero.
4. (*Decidoj*)

a) Kadre de la buĝeto la Subtena Sektoro subvenciu la du aperintajn kaj la du aperontajn numerojn de Acta Sanmarinensia 2004. Unuanime akceptita.

b) La eldonejo Leins-Verlag ne estu konsiderata fidinda eldonejo en la senco de la decido de la lasta kunsido dum SUS 28, do momente ne eblu kontrakti kun ĝi pri pliaj numeroj de Acta Sanmarinensia, subvenciotaj de la Subtena Sektoro. Akceptita kun tri jesaj voĉoj (Frank, Leonov, Quednau), du neaj (Minnaja, Wickström) kaj kvar sindetenoj (Angstl, Barandovská, Fössmeier, Maksimova).
Protokolaldono de Frank: Frank esprimas sian bedaŭron pri la laŭ li malpravaj atakoj fare de Holdgrün kontraŭ GrKG/H en retletero voĉlegita de la direktoro de la sciencofico. Pro ili li sentas sin devigita voĉdoni kontraŭ plia kunlaboro kun Leins-Verlag.
c) La jarnumeroj 2005 kaj 2006 de Acta Sanmarinensia estu subvenciataj per la sama sumo kiel la jarnumero 2004. Unuanime akceptita.
d) Laŭ propono de la trezoristo la AKU-kurzo restu € 65,00. Unuanime akceptita.
5. (*Aliaĵoj*) La regula asembleo 2006 okazu en Komarno la 3-an de septembro 2006, fine de SUS 27, por findecidi ankaŭ pri la bilanco 2004.
Kunsidestro: OProf. Bengt-Arne Wickström
Protokolanto: OProf. Reinhard Fössmeier

Protokoll der Mitgliederversammlung der AIS – Internationale Akademie der Wissenschaften (Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino) e. V. in der Forstwissenschaftlichen Fakultät in Freising, Am Hochanger 13, 2006-03-04, 20:00-20:05 Uhr.
Anwesend: Professoren Fößmeier, Frank, Quednau, Minnaja, Wickström; Dr. Macko.

0. *Formalien.* Zur Versammlung wurden alle ordentlichen und wissenschaftlichen Mitglieder rechtzeitig auf dem Postweg eingeladen, sie ist daher beschlussfähig. Tagungssprache ist Deutsch. Protokoll: Fößmeier.
1. *Bericht des Schatzmeisters.* Infolge längerer Auslandsaufenthalte des Schatzmeisters konnte für 2004 noch keine Bilanz zur Kassenprüfung vorgelegt werden. Die Entscheidung über die Entlastung des Vorstandes wird daher auf die nächste Versammlung am 3. September 2006 in Komárno (SK), im Rahmen der Tagung SUS 29, verschoben.

Freising, 2006-03-04
Vorsitzender: H. Frank
Protokoll: R. Fößmeier

Protokolo de la 34-a Ĝenerala Asembleo de la Scienca Sektoro de AIS San Marino, okazinta en la Forstistika Fakultato de TU München, Freising, 2006-03-04, 17:55–19:30.

Ĉeestas jenaj efektivaj membroj: profesoroj Angstl, Fössmeier, Frank, Minnaja, Quednau, Wickström; profesoroj Leonov kaj Lewanderska-Quednau kaj pluraj aliaj AIS-anoj havas ĉeestrajton.
1. *Formalaĵoj.* La asembleon gvidas la prezidanto OProf. Frank. La ĜA estas laŭorde kunvokita kaj do estas kvoruma. Protokolo: Fössmeier (protokolofico). La tagordo okupiĝas speciale pri la regularoj de AIS.
2. *Ĝenerala raporto.* OProf. Frank raportas, ke la senato dum sia kunsido ankoraŭ ne fintraktis la planitajn regularŝanĝojn kaj kunsidos ankaŭ la sekvan tagon. Ĝi prezentos sub tagordero 4 al la ĜA proponon pri la proceduro de regularŝanĝoj. Krome li referencas al sia jarfina raporto dissendita al ĉiuj AIS-anoj.
3. *Financa raporto 2004.* Trezoristo OProf. Wickström raportas pri nekutime granda profito en 2004, malgraŭ la kostoj de la registrado de nova statuto en la Respubliko de San-Marino. Finkalkulo kontrolebla por la revizoroj ankoraŭ ne disponeblas; tial ne povas okazi senŝarĝigo.
4. *Decido pri regularŝanĝoj.*
4.1 La senato proponu ŝanĝojn por la regularoj kaj alordigu la regularojn al la koncernaj oficdirektoroj. Tiuj redaktu la ŝanĝojn kaj rete prezentu la rezulton al komisiono, kiu konsistu el la senatanoj kaj vic-senatanoj, interesitaj efektivaj membroj kaj eventuale pliaj AIS-anoj elektitaj de la ĜA. Ne okazis tia alelekto. La komisiono havas la rajton diskuti la proponojn, unuanime akcepti ilin aŭ plusendi ilin al la sekva ĜA la 3-an de septembro 2006 en Komárno dum SUS 29. Akceptita sen kontraŭvoĉoj.
4.2 EProf. de ajna filio havu la rajton memstare realigi kaj atesti SUS-kursojn en unu difinita propra scienca fako. Unuanime akceptita.
5. *Ceteraĵoj.* Laborgrupo konsistanta el EProf. Lewanderska-Quednau, EProf. Leonov kaj Mag. Maksimova prezentas skizajn kaj komentitajn sugestojn, kiuj koncernas precipe la regularojn pri scienco, rajtoj kaj devoj, ekzamenoj kaj klerigado. El la proponoj unu estas tuj jese decidita (vidu protokoleron 4.2). La aliaj estu konsiderataj dum la regularŝanĝa proceduro.

Freising, 2006-03-04

H. Frank, prezidanto
R. Fössmeier, protokolofico

Richtlinien für die Kompuskriptabfassung

Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 2001 auch Artikel in allen vier anderen Arbeitssprachen der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, also in Internacia Lingvo (ILo), Englisch, Französisch und Italienisch. Bevorzugt werden zweisprachige Beiträge – in ILo und einer der genannten Nationalsprachen - von maximal 14 Druckseiten (ca. 42.000 Anschlägen) Länge. Einsprachige Artikel erscheinen in Deutsch, ILo oder Englisch bis zu einem Umfang von 10 Druckseiten (ca. 30.000 Anschlägen). In Ausnahmefällen können bei Bezahlung einer Mehrseitengebühr auch längere (einsprachige oder zweisprachige) Texte veröffentlicht werden.

Das verwendete Schrifttum ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluss des Beitrags zusammenzustellen – verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b", usf. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und Erscheinungsjahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenartikel werden - nach dem Titel - vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. – Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem, Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – **Bevorzugt werden Beiträge, die auf früher in dieser Zeitschrift erschienene Beiträge anderer Autoren Bezug nehmen.**

Graphiken (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) und auch Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu nummerieren und nur so im Text zu erwähnen. Formeln sind zu nummerieren.

Den Schluss des Beitrags bilden die Anschrift des Verfassers und ein Knapptext (500 – 1.500 Anschläge einschließlich Titelübersetzung). Dieser ist in mindestens einer der Sprachen Deutsch, Englisch und ILo, die nicht für den Haupttext verwendet wurde, abzufassen.

Die Beiträge werden in unmittelbar rezensierbarer Form sowie auf Diskette erbeten. Artikel, die erst nach erheblicher formaler, sprachlicher oder inhaltlicher Überarbeitung veröffentlichungsreif wären, werden in der Regel ohne Auflistung aller Mängel zurückgewiesen.

Direktivoj por la pretigo de kompuskriptoj

Krom germanlingvaj tekstoj aperos ekde 2001 ankaŭ arikoloj en ĉiuj kvar aliaj laborlingvoj de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, do en Internacia Lingvo (ILo), la Angla, la Franca kaj la Itala. Estas preferataj dulingvaj kontribuaĵoj – en ILo kaj en unu el la menciitaj naciaj lingvoj – maksimume 14 prespaĝojn (ĉ. 42.000 tajpsignojn) longaj. Unulingvaj artikoloj aperadas en la Germana, en ILo aŭen la Angla en amplekso ĝis 10 prespaĝoj (ĉ. 30.000 tajpsignoj). En esceptaj kazoj eblas publikigi ankaŭ pli longajn tekstojn (unulingvajn aŭ dulingvajn) post pago de ekscespaĝa kotizo.

La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo; en kazo de samjareco aldonu „a", „b", ktp. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De monografioj estu – poste – indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo) , la loko kaj la jaro de la apero kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - **Preferataj estas kontribuaĵoj, kiuj referencas al kontribuaĵoj de aliaj aŭtoroj aperintaj pli frue en ĉi tiu revuo.**

Grafikaĵojn (kiuj estas havigendaj laŭeble kiel presoriginaloj) kaj ankaŭ tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii en la teksto nur tiel. Formuloj estas numerendaj.

La finon de la kontribuaĵo konstituas la adreso de la aŭtoro kaj resumo (500 – 1.5000 tajpsignoj inkluzive tradukon de la titolo). Ĉi tiu estas vortigenda en minimume unu el la lingvoj Germana, Angla kaj ILo, kiu ne estas uzata por la ĉefteksto.

La kontribuaĵoj estas petataj en senpere recenzebla formo kaj krome sur diskedo. Se artikolo estus publicinda maljam post ampleksa prilaborado formala, lingva aŭ enhava, ĝi estos normale rifuzata sen surlistigo de ĉiuj mankoj.

Regulations concerning the preparation of compuscripts

In addition to texts in German will appear from 2001 onwards also articles in each four other working languages of the International Academy of Sciences (AIS) San Marino, namely in Internacia Lingvo (ILo), English, French and Italian. Articles in two languages – in ILo and one of the mentioned national languages – with a length of not more than 14 printed pages (about 42.000 type-strokes) will be preferred Monolingual articles appear in German, ILo or English with not more than 10 printed pages (about 30.000 type-strokes). Exceptionally also longer texts (in one or two languages) will be published, if a page charge has been paid.

Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors (abbreviated if necessary) should be indicated. Monographs should be named along with place and year of publication and publisher, if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – **Preferred will be texts, which refer to articles of other authors earlier published in this journal.**

Graphics (fit for printing) and also tables should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. and should be referred to as such in the text. Mathematical formulae should be numbered.

The end of the text should form the author's address and a resumee (500 – 1.5000 type-strokes including translation of the title) in at least one of the languages German, ILo and English, which is not used for the main text.

The articles are requested in a form which can immediately be submitted for review, and in digital form, too. If an article would be ready for publication only after much revising work of form, language or content, it will be in normal case refused without listing of all deficiencies.